

Escola Universitaria Politécnica



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

TFG. Nº: **770G02A188 –**

TÍTULO: **DESARROLLO DEL MODELO BIM DEL CENTRO DE  
SALUD DE CABANA DE BERGANTIÑOS.**

AUTOR: EDGAR GIL VARELA

TUTOR: JOSÉ ANTONIO LÓPEZ VÁZQUEZ

FECHA: JUNIO 2019

Fdo.: EL AUTOR

Fdo.: EL TUTOR

**TÍTULO:**           **Desarrollo del modelo BIM del Centro de Salud de Cabana de Bergantiños.**

---

# ÍNDICE

---

**PETICIONARIO:**   **Escola Universitaria Politécnica**

**Avenida 19 de Febreiro, s/n, 15405, Ferrol**

**FECHA:**           **Junio 2019**

**AUTOR:**           **Edgar Gil Varela**

**Fdo. Autor:**

## CONTENIDOS GENERALES

<b>1. ÍNDICE</b>	<b>2</b>
1.1. Contenidos generales	3
1.2. Listado de figuras	7
1.3. Listado de tablas	9
<b>2. MEMORIA</b>	<b>10</b>
2.1. Objeto del estudio	11
2.2. Alcance del estudio	12
2.3. Antecedentes	13
2.3.1. Obtención de datos	13
2.4. Normas y referencias	14
2.4.1. Bibliografía	14
2.4.1.1. Referencias a libros	14
2.4.1.2. Referencias a páginas web	14
2.4.1.3. Referencias a cursos de formación	14
2.5. Programas de cálculo	15
2.6. Palabras clave	16
2.7. Definiciones y abreviaturas	17
2.8. Requisitos de diseño	18
<b>3. METODOLOGÍA BIM</b>	<b>20</b>
3.1. El BIM y el formato digital	20
3.1.1. Definición de BIM	20
3.1.2. Definición de modelo digital	20
3.1.3. Modelo BIM del proyecto (LOD)	21
3.1.3.1. Definición de LOD	21
3.1.3.2. Nivel de detalle	21
3.1.3.3. Nivel de desarrollo	21
3.1.3.4. Niveles LOD estándar	22
3.2. Contexto económico y social	22
3.2.1. La tendencia del desarrollo tecnológico	22
3.2.2. Globalización tecnológica	23
3.2.3. El BIM ante cambios de decisión	23
3.3. Valores adicionales del BIM	23
3.4. Archivo IFC	24

3.4.1. Iniciativa BuildingSMART .....	25
3.4.2. Definición de IFC.....	25
3.4.3. Formatos IFC .....	26
3.5. Ámbitos de aplicación .....	26
3.6. BIM y Revit.....	26
3.7. Softwares BIM. Las herramientas del método.....	26
3.7.1. Mercado de softwares BIM .....	27
3.7.2. Revit como software.....	28
3.8. Del 2D al 7D. Ciclo de vida de un proyecto.....	28
3.8.1. Dimensiones y etapas.....	29
3.8.2. Dimensiones 2D y 3D .....	29
3.8.3. Dimensión 4D .....	29
3.8.4. Dimensión 5D .....	29
3.8.5. Dimensión 6D .....	29
3.8.6. Dimensión 7D .....	30
3.8.7. Factores de la evolución de las dimensiones.....	30
3.8.8. Futuras dimensiones.....	30
3.9. Aplicaciones BIM en proyectos ya construidos .....	30
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y ELABORACIÓN DEL MODELO .....</b>	<b>33</b>
4.1. Obtención de datos .....	33
4.2. Descripción general y ubicación.....	33
4.3. Descripción arquitectónica .....	34
4.3.1. Distribución del edificio .....	34
4.3.2. Registro de dependencias .....	37
4.3.3. Descripción de fachadas.....	38
4.3.3.1. Fachada Sur .....	38
4.3.3.2. Fachada Este.....	39
4.3.3.3. Fachada Norte .....	39
4.3.3.4. Fachada Oeste .....	40
4.4. Bases de modelado .....	41
4.4.1. Disciplinas en Revit.....	41
4.4.2. Categoría, familia, tipo y ejemplar.....	42
4.4.3. Niveles y cotas.....	43
4.4.3.1. Modelado arquitectónico.....	43
4.4.3.1.1. Niveles y cotas estructurales .....	43

4.4.3.1.2. Niveles y cotas arquitectónicas.....	43
4.4.3.2. Modelado ACS/AFS y residuales.....	44
4.4.3.3. Registro de niveles y cotas.....	44
4.4.4. Plantillas.....	45
4.5. Modelado arquitectónico.....	45
4.5.1. Forjados.....	46
4.5.1.1. Método de modelado.....	46
4.5.1.2. Registro de forjados.....	46
4.5.2. Muros.....	46
4.5.2.1. Método de modelado.....	46
4.5.2.2. Registro de muros.....	47
4.5.2.3. Ilustraciones.....	47
4.5.3. Puertas y ventanas.....	49
4.5.3.1. Método de modelado.....	49
4.5.3.2. Registro de puertas.....	50
4.5.3.3. Registro de ventanas.....	50
4.5.3.4. Ilustraciones.....	50
4.5.4. Cristaleras.....	51
4.5.4.1. Método de modelado.....	52
4.5.4.2. Registro de cristaleras.....	52
4.5.4.3. Ilustraciones.....	53
4.5.5. Escaleras.....	56
4.5.5.1. Método de modelado.....	56
4.5.5.2. Registro de escaleras.....	56
4.5.5.3. Ilustraciones.....	56
4.5.6. Barandillas.....	57
4.5.6.1. Método de modelado.....	58
4.5.6.2. Ilustraciones.....	58
4.5.7. Topografía.....	59
4.5.7.1. Método de modelado.....	59
4.5.7.2. Ilustraciones.....	60
4.6. Modelado de fontanería.....	61
4.6.1. Tuberías.....	63
4.6.1.1. Método de modelado.....	63
4.6.2. Aparatos sanitarios.....	63

4.6.2.1. Método de modelado .....	63
4.6.2.2. Registro de aparatos sanitarios .....	64
4.6.2.3. Ilustraciones .....	64
4.6.3. Caldera.....	66
4.6.3.1. Método de modelado .....	66
4.6.3.2. Ilustración .....	66
<b>5. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN QUE CONTIENE EL MODELO .....</b>	<b>68</b>
5.1. Inventario de los elementos del edificio .....	68
5.1.1. El inventario en Revit .....	68
5.1.2. Tablas de planificación.....	68
5.1.3. Acceso a los datos .....	69
5.1.4. Historial del inventario.....	69
5.1.5. Aplicación en nuestro modelo digital.....	70
5.2. Operaciones de mantenimiento .....	70
5.2.1. Organización de las operaciones .....	70
5.2.2. Crecimiento del modelo .....	70
5.3. Historial de reformas .....	70
5.3.1. Registro de las fases constructivas.....	71
5.3.2. Coherencia en las modificaciones .....	71
5.3.3. Modelado de una nueva reforma .....	72
5.4. Control de averías.....	72
5.4.1. Recursos BIM para resolución de averías .....	72
5.5. Gestión de las necesidades de energía .....	72
5.5.1. Ahorro energético.....	72
5.6. Certificado de Eficiencia Energética.....	73
5.6.1. Exportación de datos .....	73
5.7. Informe de Evaluación del Edificio .....	74
5.7.1. Plataforma IEE. Ministerio de fomento .....	74
5.7.2. Modelo IEE .....	74
<b>6. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>76</b>

## LISTADO DE FIGURAS

1	Estados de nivel de detalle (LOD)	21
2	Estados de nivel de desarrollo (LOD)	22
3	Vista 3D de las fachadas con acabados originales	24
4	Vista 3D de las fachadas con acabado en bloque	24
5	Logotipo de la iniciativa BuildingSMART en España	25
6	Nº de usuarios según software BIM empleado (%)	27
7	Emplazamiento vista satélite	33
8	Emplazamiento vista conceptual	33
9	Vista 3D explosionada del modelo	34
10	Dimensiones generales de la edificación	35
11	Distribución dependencias en sótano	35
12	Distribución dependencias en la planta baja	36
13	Fachada Sur	38
14	Fachada Este	39
15	Fachada Norte	39
16	Fachada Oeste	40
17	Niveles y cotas estructurales	43
18	Niveles y cotas arquitectónicas	43
19	Nivel y cota de fontanería	44
20	Capas de tabique de 10 centímetros	47
21	Capas de tabique de 15 centímetros	48
22	Capas de muro de 30 centímetros	48
23	Capas en cerramiento de 45 centímetros	48
24	Ventana V01	50
25	Ventana V02	50
26	Ventana V03	50
27	Puerta P01	51
28	Puerta P02	51
29	Puerta P03	51
30	Puerta P04	51
31	Puerta P05	51
32	Puerta P06	51

<b>33</b>	Muro cortina MC01 .....	53
<b>34</b>	Muro cortina MC01 en el modelo .....	53
<b>35</b>	Muro cortina MC02 .....	54
<b>36</b>	Muro cortina MC02 en el modelo .....	54
<b>37</b>	Muro cortina MC03 .....	54
<b>38</b>	Muro cortina MC03 en el modelo .....	54
<b>39</b>	Muro cortina MC04 .....	55
<b>40</b>	Muro cortina MC05 .....	55
<b>41</b>	Muro cortina MC04 y MC05 en el modelo .....	55
<b>42</b>	Escalera ES02 .....	56
<b>43</b>	Escalera ES01 .....	57
<b>44</b>	Barandillas escaleras interiores .....	58
<b>45</b>	Barandillas balcón sala de juntas-biblioteca .....	58
<b>46</b>	Barandilla escaleras exteriores .....	59
<b>47</b>	Topografía fachada Norte .....	60
<b>48</b>	Topografía fachada Sur .....	60
<b>49</b>	Aviso de inspector de sistemas en una vista general del modelo .....	61
<b>50</b>	Aviso de inspector de sistemas en una vista centrada del modelo .....	62
<b>51</b>	Vista 3D del modelo de tuberías centrada en una zona .....	62
<b>52</b>	Vista 3D general del modelo de tuberías .....	62
<b>53</b>	Lavabo LV01 .....	64
<b>54</b>	Lavabo LV02 .....	64
<b>55</b>	Bidé BD01 .....	65
<b>56</b>	WC WC01 .....	65
<b>57</b>	Barra de seguridad MV01 .....	65
<b>58</b>	Vista 3D de los aparatos sanitarios en el modelo .....	65
<b>59</b>	Caldera Baxi Neodens Plus .....	66
<b>60</b>	Navegador de tablas y tabla de inventario de puertas de Revit .....	69
<b>61</b>	Selección lavabo LV02 .....	69
<b>62</b>	Cuadro de gestión para definir las fases del proyecto de Revit .....	71
<b>63</b>	Etiqueta certificación de Eficiencia Energética .....	73
<b>64</b>	Plataforma IEE .....	74



## LISTADO DE TABLAS

1	Superficies de las dependencias .....	37
2	Cotas de los niveles .....	44
3	Registro de forjados por nivel .....	46
4	Tipos de muro .....	47
5	Registro de puertas .....	50
6	Registro de ventanas.....	50
7	Registro de muros cortina .....	52
8	Registro de escaleras.....	56
9	Registro de aparatos sanitarios.....	64

**TÍTULO:                    Desarrollo del modelo BIM del Centro de Salud de Cabana de Bergantiños.**

---

# **MEMORIA**

---

**PETICIONARIO:    Escola Universitaria Politécnica**

**Avenida 19 de Febreiro, s/n, 15405, Ferrol**

**FECHA:                    Junio 2019**

**AUTOR:                    Edgar Gil Varela**

**Fdo. Autor:**

## **2. MEMORIA.**

### **2.1. Objeto del estudio.**

Este documento persigue recoger un estudio tras generar el modelo BIM del estado actual del Centro de Saúde de Cabana de Bergantiños a partir de los planos originales del proyecto de ejecución y la toma de datos del propio inmueble. El modelo BIM estará realizado con una versión estudiante del Software Revit 2018. El estudio será presentado posteriormente mediante las vías y formatos solicitados por la Universidade da Coruña a los responsables de evaluación para someterlo a defensa ante un tribunal universitario competente, compuesto por profesores en activo de la facultad de estudio universitario Escola Universitaria Politécnica en el ámbito de TFG (Trabajo fin de Grado).

## **2.2. Alcance del estudio.**

El presente estudio centra sus esfuerzos en establecer una herramienta de control sobre el mantenimiento de un edificio público ya construido. De este edificio se prevé una larga vida útil, por lo tanto, desde el punto de vista económico se espera una amortización del estudio y del modelado digital. Se utilizará BIM como método de gestión y el software Revit 2018 como herramienta de trabajo para actuar sobre los servicios de mantenimiento actuales y futuros del edificio. De este modo se pretende conseguir la optimización de esos servicios y facilitar el estudio de viabilidad, diseño y ejecución de futuras reformas en instalaciones e infraestructuras.

Dentro del estudio se recogerá, en el ámbito arquitectónico, la adaptación por completo al BIM de toda la infraestructura a excepción de las cimentaciones, y en el ámbito de instalaciones, los sistemas de fontanería del edificio. Una vez situados bajo la cobertura de la metodología BIM se concluirá comentar las diferentes ventajas de su adaptación digital.

### **2.3. Antecedentes.**

Previo al enfoque del presente estudio sobre el Centro de Saúde de Cabana de Bergantiños se han barajado diferentes edificaciones públicas gestionadas todas ellas en el Ayuntamiento de Cabana de Bergantiños.

Finalmente se ha optado por escoger esta edificación como sujeto de modelado debido a la predisposición de los responsables de mantenimiento y arquitecto de ejecución del proyecto por ofrecer información detallada del inmueble.

#### **2.3.1. Obtención de datos.**

Los datos más precisos han sido aportados por el arquitecto Ángel Monteoliva, mediante la aportación de los planos originales de ejecución del proyecto en formato digital (dwg).

Posteriormente, se han mantenido reuniones de trabajo con los responsables de mantenimiento del edificio para conocer el estado real del edificio y de sus equipos e instalaciones.

Por último, se han realizado mediciones y tomado fotografías del inmueble completando así la información reseñada en los dos apartados anteriores.

## **2.4. Normas y referencias.**

El presente estudio debe estar sujeto a las indicaciones, estructura y formatos presentes en la guía de Trabajos fin de Grado de la Universidade da Coruña.

### **2.4.1. Bibliografía.**

#### **2.4.1.1. Referencias a libros.**

- José Miguel Morea Núñez; José Manuel Zaragoza Angulo, (mayo 2016), Colección: Cuaderno técnico, Nº9, *BIM EN EDIFICIOS EXISTENTES*.
- Manual oficial de Autodesk, (febrero 2018), *Manual Revit IFC: Instrucciones detalladas para el manejar archivos IFC*

#### **2.4.1.2. Referencias a páginas web.**

- [www.esbim.es](http://www.esbim.es)
- [www.entornobim.org](http://www.entornobim.org)
- [www.graphisoft.com](http://www.graphisoft.com)
- [www.escuelaedificacion.org](http://www.escuelaedificacion.org)
- [www.bimobject.com](http://www.bimobject.com)
- [www.polantis.com](http://www.polantis.com)
- [www.buildingsmart.es](http://www.buildingsmart.es)

#### **2.4.2. Referencias a cursos de formación.**

- Revit Architecture 2019 - Javier Felpeto Fernández - Virtual Tic S.L., Centro autorizado Autodesk como ATC (Autodesk Training Center), ACC (Autodesk Certification Center) y AAP (Autodesk Academic Partner) – 120 horas
- Revit MEP 2019 - Javier Felpeto Fernández - Virtual Tic S.L.– 120 horas

**2.5. Programas de cálculo.**

- Autodesk - Revit Architecture 2018 - Versión estudiante
- Autodesk - AutoCAD 2018 - Versión estudiante
- Microsoft Office – Excel 2016

**2.6. Palabras clave.**

BIM, Modelo BIM, Mantenimiento, 7D, Modelo digital, representación 3D.



**2.7. Definiciones y abreviaturas.**

TFG - Trabajo fin de Grado

IFC - Industry Foundation Classes

ACS - Agua caliente sanitaria

AFS - Agua fría sanitaria

ARQ - Arquitectónico

ST - Estructural

LOD - Level of development

ATC - Autodesk Training Center

ACC - Autodesk Certification Center

AAP - Autodesk Academic Partner

**2.8. Requisitos de diseño.**

El estudio debe constar, como mínimo, de los tres apartados principales siguientes:

- Estado actual de la metodología BIM.
- Descripción del edificio y proceso de elaboración del modelo.
- Gestión de la información que contiene el modelo virtual.

**TÍTULO:**           **Desarrollo del modelo BIM del Centro de Salud de Cabana de Bergantiños.**

---

# **METODOLOGÍA BIM**

---

**PETICIONARIO:**   **Escola Universitaria Politécnica**

**Avenida 19 de Febreiro, s/n, 15405, Ferrol**

**FECHA:**           **Junio 2019**

**AUTOR:**           **Edgar Gil Varela**

**Fdo. Autor:**

### **3. METODOLOGÍA BIM.**

Los avances tecnológicos, cada vez más notables y en constante desarrollo, influyen de forma directa nuestro día a día. Por ello es habitual la aparición de nuevos métodos para aprovechar al máximo las ventajas que estas nuevas tecnologías nos ofrecen. A cada paso somos más tolerantes a adaptarnos, no porque las metodologías tradicionales ya no sirvan, sino porque simplemente ya no son rentables.

En este apartado se resumirán las condiciones actuales dadas para el nacimiento de la metodología BIM, se hará hincapié en el ciclo de vida de un proyecto y en cómo la metodología BIM ha cambiado sus preferencias respecto a las dimensiones del propio proyecto. Además, se hablará sobre el BIM, sus bases, sus herramientas de uso, sus formatos de intercambio de información y de los términos relacionados para entender y definir el método.

#### **3.1. El BIM y el modelo digital.**

##### **3.1.1. Definición de BIM.**

Las iniciales de la metodología BIM responden a las palabras Building Information Modeling, traducido al castellano como “Construcción de modelos de información”. Se define según la plataforma es.BIM, grupo dedicado a la implantación de la metodología BIM en territorio español y colaboradora con el Ministerio de fomento del Gobierno de España, de la siguiente forma: “Es una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación y obra civil a través de una maqueta digital. Esta maqueta digital conforma una gran base de datos que permite gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura durante todo el ciclo de vida de la misma”.

En tanto, las palabras a destacar dentro de la propia definición son “gestión”, a la que se le podría añadir “única” refiriéndose a englobar toda la información en una plataforma común, y “colaborativa” ya que se puede administrar el acceso de todos los implicados en el proyecto.

Por otro lado, se puede alcanzar una definición más de BIM si se compara con métodos de gestión anteriores. El método BIM engloba una mayor información con respecto a cada elemento, pero lo hace de una forma más ordenada y accesible. Por lo tanto, en lo referente a la documentación del proyecto, se define de una manera más estructurada y precisa, y toda esta información es compartida por los diferentes participantes en el proyecto.

Estos dos factores, gestión y colaboración, influyen directamente en los trabajos posteriores a la realización del proyecto. BIM permite que la información pueda ser transformada en formatos utilizables por los operadores y técnicos durante la ejecución y mantenimiento de forma “real” o más efectiva y eficiente.

##### **3.1.2. Definición de modelo digital.**

Según la plataforma es.BIM la definición de modelo digital es: “Prototipo virtual que reproduce digitalmente lo que se pretende construir o explotar en la realidad”.

Todas las personas implicadas en el proyecto con los distintos niveles de permisos asignados por el gestor principal del proyecto podrán actuar sobre el modelo digital, convirtiéndolo así en una base fiable y ampliamente colaborativa.

Cada modificación resultante en el modelo será ejecutada por una persona asignada a dicha competencia.

Además, los registros de modificaciones y actuaciones sobre el modelo quedarán reflejados a cada paso. De esta forma se añade nueva información a la base de datos a la que podrá ser útil acceder en un futuro.

La ventaja principal del modelo es que en él se alojan objetos virtuales que representan tridimensionalmente la realidad, y en ellos, se alojan a su vez todos los datos de diseño, uso, tiempos y cualquier tipo de información que pudiese interesar.

Se consigue así, una gran base de datos, con una única ubicación general, situada en el propio modelo. Además, es posible vincular a esos objetos virtuales información externa, dando así acceso a cualquier tipo de documento de interés, como fichas técnicas, diseños CAD o vistas 3D y fotografías.

### 3.1.3. Modelo BIM del proyecto (LOD).

#### 3.1.3.1. Definición de LOD.

El LOD procede del acrónimo “Level Of Detail” o “Level Of Development” y surge de la necesidad para establecer diferentes niveles de requerimientos en el modelo digital según la exigencia de cada proyecto. Dado que cada proyecto es único, también lo es su propósito, y por ello es necesario asignar cuál es el mínimo de precisión en diseño e información.



Figura 1 – Estados del nivel de detalle (LOD)

Este concepto nace de la compañía Vico Software al encontrarse que, en la relación entre las funciones de campo y sus proyectos con base BIM, existían algunos casos con un sobreesfuerzo en la obtención de información que era irrelevante para la elaboración de proyectos.

El concepto trataba de establecer unos estándares que reflejasen la exigencia de cada proyecto, y, en consecuencia, el esfuerzo para su desarrollo.

Actualmente podemos reflejar estos estándares en dos categorías básicas, el nivel de detalle del diseño o modelado y la cantidad de información aportada, es decir, nivel de detalle y nivel de desarrollo. Además, existe una tabla de referencia para consultas en la que se puede observar cuál sería la relación entre LOD y horas dedicadas al proyecto.

#### 3.1.3.2. Nivel de detalle.

El nivel de detalle se corresponde con la cantidad y calidad de información en el modelo digital. Tiende a aumentar con el tiempo y actúa sobre factores como el modelado del proyecto, los costes y presupuestos y la planificación de los plazos.

#### 3.1.3.3. Nivel de desarrollo.

Al nivel de desarrollo se le atribuye el grado de definición de los elementos que componen el modelo digital. Se tiende a atribuir altos grados de definición a los

elementos, ya que la visualización tridimensional ofrece de forma directa la idea que se desea expresar. No obstante, un alto nivel de desarrollo ejerce un gran peso en los archivos de los programas, por lo que es descartado en muchos casos para aliviar proyectos de gran tamaño o con elementos repetitivos.

LOD									
Nivel de desarrollo									
LOD 100		LOD 200		LOD 300		LOD 400		LOD 500	
									
Concepto (Presentación)		Diseño		Documentación		Fabricación		Mantenimiento	
Factores	Datos	Factores	Datos	Factores	Datos	Factores	Datos	Factores	Datos
Descripción:	Silla oficina	Descripción:	Silla oficina	Descripción:	Silla oficina con ruedas y reposabrazos	Descripción:	Silla oficina con ruedas y reposabrazos	Descripción:	Silla oficina con ruedas y reposabrazos
Longitud:	-	Longitud:	700	Longitud:	700	Longitud:	685	Longitud:	685
Profundidad:	-	Profundidad:	450	Profundidad:	450	Profundidad:	430	Profundidad:	430
Altura:	-	Altura:	1100	Altura:	1100	Altura:	1085	Altura:	1085
Fabricante:	Herman Miller	Fabricante:	Herman Miller	Fabricante:	Herman Miller	Fabricante:	Herman Miller	Fabricante:	Herman Miller
Modelo:	Mirra	Modelo:	Mirra	Modelo:	Mirra	Modelo:	Mirra	Modelo:	Mirra
Nivel LOD:	100	Nivel LOD:	200	Nivel LOD:	300	Nivel LOD:	400	Nivel LOD:	500

Figura 2 – Estados del nivel de desarrollo (LOD)

#### 3.1.3.4. Niveles LOD estándar.

Anteriormente al modelado se debe determinar cuál será el LOD exigido. Como en la mayoría de casos los niveles exigidos para uno u otro elemento son diferentes, se debe crear una tabla con todos los elementos que formarán el modelo asignándoles un nivel LOD a cada uno.

Este nivel general se alcanzará con el conjunto de nivel de detalle y nivel de desarrollo, parámetros que quedarán definidos en la tabla.

En la figura 2 se puede observar la asignación LOD según estos niveles.

### 3.2. Contexto económico y social.

Se entiende por contexto económico y social, la cuna del BIM, los factores que favorecieron la aparición y el desarrollo del método tal y como se presenta en este estudio.

#### 3.2.1. La tendencia del desarrollo tecnológico.

En las últimas décadas se ha desarrollado un avance tecnológico muy notable en cualquier ámbito imaginable. Los sectores económicos se han visto fuertemente reforzados, y obviando la creación de nuevas máquinas y materiales, el mayor despunte se ha dado en el uso de herramientas digitales.

Si nos referimos al ámbito de la edificación, estas herramientas no son únicamente útiles para automatizar los procesos repetitivos aportando fluidez, sino

que la tendencia ha sido, en un primer momento, la búsqueda de detallar con mayor precisión cada elemento, y posteriormente, hacerse con el control de todo el proceso, de principio a fin, desde el diseño hasta el mantenimiento.

Entonces podemos afirmar que los objetivos de la era digital para este ámbito se han centrado básicamente en conseguir mayor fluidez, detalle y control.

### **3.2.2. Globalización tecnológica.**

Si situamos en un plano temporal la evolución de los desarrollos tecnológicos en los últimos años, estos crecen exponencialmente. Es por ello que, encontrándonos todavía en el objetivo de hacerse con el control de todo el proceso (control), damos un paso adelante forzado por la globalización, que es, mantener el control, pero por medio de diferentes usuarios, desde diferentes dispositivos y lugares y con diferentes aptitudes, evitando un exceso de esfuerzo (fluidez).

Este es un estado perfectamente compatible con la oferta de la metodología BIM, un método de trabajo para controlar y gestionar todo el ciclo de vida de un proyecto, bajo un versátil centro de mando.

### **3.2.3. El BIM ante cambios de decisión.**

Para ponernos en situación en cuanto al control de todo el proceso, nos apoyaremos en el siguiente ejemplo:

- En la fase de diseño de un edificio, se opta por escoger un tipo de bomba hidráulica para el sistema de extinción de incendios. Esta bomba lleva consigo condiciones muy específicas de presión, consumo eléctrico, dimensiones, etc. Por lo tanto, esto afectará directamente a los tiempos de trabajo para su instalación, las condiciones de la estancia, el presupuesto, y posteriormente al proceso de mantenimiento, comprobaciones de los elementos, tiempos de uso en funcionamiento, etc. Una vez definido el proyecto, se decide utilizar otro tipo de bomba hidráulica, generando una modificación en todas y cada uno de las condiciones nombradas.

La situación de nuestro ejemplo se resuelve de forma fluida, detallada y controlada porque desde el centro de mando se comunica la decisión del cambio a los distintos campos afectados y se recibe la solución, por lo tanto, se adaptan las tensiones eléctricas, las dimensiones de la estancia, el diámetro de las tuberías y cualquier parámetro afectado, todo de forma coordinada.

Lo que hace especial la metodología BIM es que, ofrece la posibilidad de derivar a cada sector sus especialistas. Tomando de base el ejemplo anterior, no se necesita una única persona o un grupo de personas en una misma ubicación ni a un mismo tiempo para dar salida a tal abanico de condiciones. Se informa del cambio de tipo de bomba hidráulica y cada especialista se encarga de resolver su parte del problema, informado en todo momento de lo que otros especialistas han realizado por si eso afectase en su propia resolución, evitando así conflictos o colisiones.

### **3.3. Valores adicionales del BIM.**

Además de las ventajas y siguiendo la idea de aumentar la eficiencia en los procesos de la metodología BIM, se han integrado valores adicionales. Estos valores no son nada nuevo, pero, o bien no tenían la suficiente importancia o no

habían sido arrastrados por la corriente de mercado para establecerlos como un elemento competitivo más.

Se identifican como valores muy relacionados con el cliente final, por ejemplo, poder ofrecer una visión personalizada en 3D de un producto o edificación todavía sin construir, modificando y mostrando esas modificaciones en tiempo real.

Esto ofrece una visión completa desde prácticamente todos los puntos de vista que un cliente final pueda demandar.

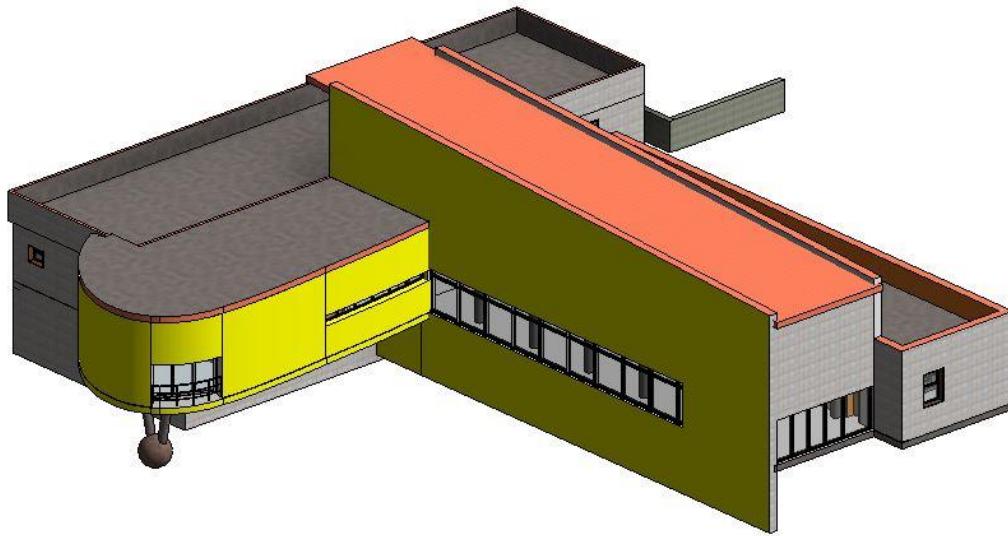


Figura 3 – Vista 3D de las fachadas con acabados originales.

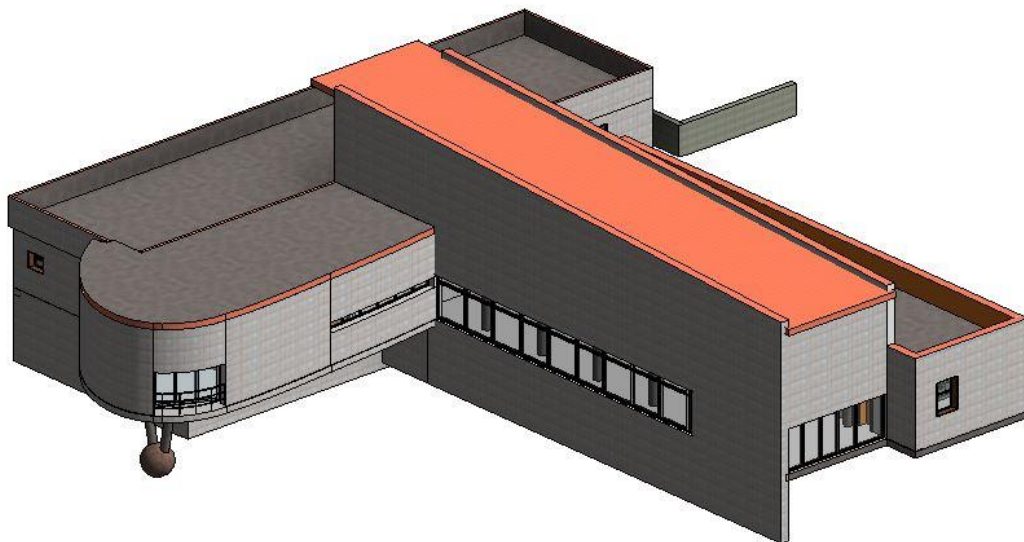


Figura 4 – Vista 3D de las fachadas con acabado en bloque.

### 3.4. Archivos IFC.

Durante el desarrollo de un proyecto, independiente de la fase en la que se encuentre, se ha de tener en cuenta la fiabilidad para importar y exportar los datos de nuestro programa.



Siempre que los implicados en el proyecto utilicen el mismo software, el intercambio de información no tienen pérdidas, pero en proyectos de construcción, puede suceder que se utilicen diferentes softwares BIM, por lo que surge la necesidad de habilitar un sistema común de intercambio de información sin pérdidas.

### 3.4.1. Iniciativa BuildingSMART.



Figura 5 – Logotipo de la iniciativa buildingSmart en España.

Los IFC surgen de una iniciativa llamada buildingSMART, en la cual Autodesk ha participado activamente desde su comienzo. Esta iniciativa está representada en España por la asociación BuildingSMART Spanish Chapter.

BuildingSMART Spanish Chapter es una asociación sin ánimo de lucro cuyo principal objetivo es fomentar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM para alcanzar nuevos niveles en reducción de costes y tiempos de ejecución.

La Asociación está formada por todos los agentes del sector de la construcción: Promotores/Inversores, Constructoras, Ingenierías, Estudios de Arquitectura, Desarrolladores de Software, Facility y Project Managers, Centros de Investigación, Fabricantes de Productos y Materiales, Universidades y Administraciones Públicas.

BuildingSMART Spanish Chapter forma parte de BuildingSMART International.

Los objetivos básicos de la asociación son:

- Desarrollar y mantener estándares BIM internacionales, abiertos y neutros.
- Acelerar la interoperabilidad en el sector de la construcción mediante casos de éxito.
- Proporcionar especificaciones, documentación y guías de referencia.
- Identificar y resolver los problemas que impiden el intercambio de información.
- Extender el uso de esta tecnología y los procesos asociados a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio y englobando a todos los agentes participantes.

A grandes rasgos, la iniciativa buildingSMART basa sus esfuerzos en permitir el flujo de trabajo dentro de los modelos entre los diferentes softwares BIM, y por el momento está logrado su objetivo.

El IFC cumple actualmente con un estándar ISO reconocido. Además, buildingSMART mantienen una lista de todas las aplicaciones con soporte IFC autorizado.

### 3.4.2. Definición de IFC.

La definición de archivo IFC según el manual oficial de Autodesk *Manual Revit IFC: Instrucciones detalladas para el manejar archivos IFC* es la siguiente:

“Los IFC (Industry Foundation Classes) son archivos con un estándar abierto para el intercambio de modelos de datos centrados en el ámbito de la construcción. Este código estándar habilita el intercambio de datos de diseño, construcción, adquisición, mantenimiento y operación entre diferentes softwares. Esto permite el cambio de información dentro de un mismo equipo de trabajo o entre diferentes aplicaciones de softwares.”

Actualmente los principales usos del modelo IFC son compatibilizar la geometría 3D y los datos de propiedad.

Para el intercambio de datos 2D, como vistas de planos y anotaciones, es recomendable el uso de softwares que utilizan el IFC como archivo nativo.

### **3.4.3. Formatos IFC.**

En la actualidad, existen tres formatos IFC:

- .ifc: Formato estándar, basado en STEP (estándar para el intercambio de datos del modelo, del inglés: Standard for the Exchange of Product Modle Data)
- .ifcZIP: Archivos comprimidos IFC con un tamaño de archivo muchas más pequeño; puede ser leído por la mayoría de aplicaciones de software compatibles con IFC. Se puede descomprimir para hacer un archivo IFC sin comprimir visible.
- .ifcXML: Representación basada en XML de datos IFC, requerida por algunos softwares de cálculo.

### **3.5. Ámbitos de aplicación.**

Dado que estamos hablando de un método y no una herramienta, software o tecnología concreta, la metodología BIM se ha integrado dentro de los distintos sectores dando la posibilidad a su desarrollo por igual. Pero como cabía esperar, este método ha tenido una mayor madurez en el sector de la construcción, y realmente, no se ha integrado hasta que las grandes empresas e instituciones públicas lo han tomado como base de sus gestiones y planificaciones.

### **3.6. BIM y Revit.**

Un error muy común es el de confundir la metodología BIM y Revit. El BIM ha quedado claramente definido como un método, mientras que el software Autodesk Revit es un programa diseñado por la casa Autodesk que permite la implantación de ese método.

La confusión es lógica si la encuadramos en un entorno en el que, antes del cambio, el proceso de gestión y planificación, el fragmento más destacado era el diseño, dominado por el software AutoCAD de Autodesk, y tras el cambio, todo el proceso se une bajo una misma herramienta en donde Autodesk continúa siendo la cara más visible y, por tanto, reflejo del nuevo método.

### **3.7. Softwares BIM. Las herramientas del método.**

Como ya se ha comentado con anterioridad, existe una buena variedad de softwares dedicados al diseño BIM. Esto hace que se levante un mercado tecnológico competitivo en el que el usuario puede escoger el programa que más le convenga.

La elección de utilizar un software BIM no siempre deriva de lo más o menos que se adapte el dinamismo de este al usuario, sino que existen muchos factores

que influyen a la hora de tomar la decisión. El precio de la licencia se impone como factor principal, pero se han de tener en cuenta otros aspectos como la compatibilidad con el sistema operativo que utilice la empresa, o si se ha de trabajar conjuntamente con otras empresas que ya hayan creado un sistema de trabajo basado en un programa particular.

Aunque la variedad de softwares que se establecen como herramienta del BIM es bastante amplia, se puede afirmar que entre los despuntes iniciales se encontraban Autodesk Revit, Archicad y Allplan.

Actualmente, en nuestro país, los usuarios han establecido una predilección por Autodesk Revit, y fuera de este software, Archicad gana fidelidad ante Allplan.

De cara a obtener una visión global de esta situación, podemos observar en el siguiente gráfico, representando los resultados obtenidos de una encuesta realizada en el año 2017 por la comisión de estadística de la plataforma es.BIM mencionada en el apartado 3.1.1. A los más de 2000 usuarios de BIM se les planteó la siguiente pregunta: “Cuando gestiones proyectos, ¿qué herramienta usas principalmente?”.

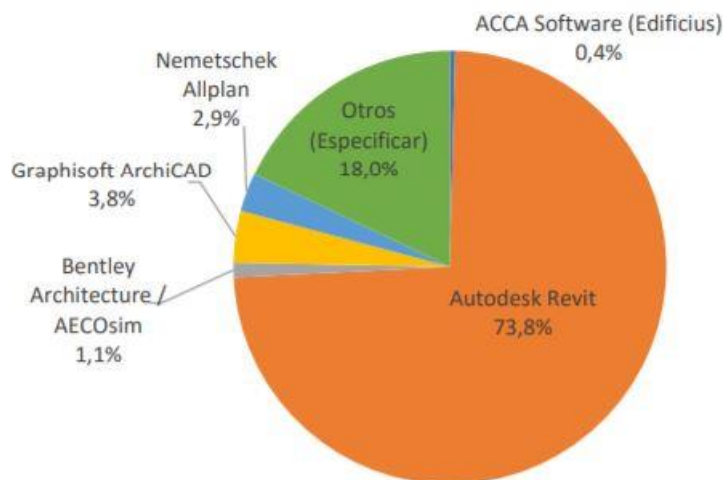


Figura 6 – N° de usuarios según el software BIM empleado (en %).

Cabe destacar que el 18% de los usuarios que responden utilizar otros softwares, destacan el uso de programas como Project Office, Word, Excel, CYPE, Istram, Navisworks, Synchro y/o Tekla.

### 3.7.1. Mercado de softwares BIM.

Existen una buena oferta de softwares con los que es posible implantar la metodología BIM en diferentes sectores, como son ArchiCad de la casa Graphisoft, Chief Architect Software de la casa Chief Architect, con mayor tendencia a adaptarse a inmuebles, o el software MWF de la casa SturcSoft Solutions con sus distintas versiones, destinado principalmente a procesos industriales.

Este último, es un buen ejemplo para diferenciar entre software y metodología BIM ya que, siendo un software distinto, mantiene una buena relación en cuanto a licencias y compatibilidad de archivos con Autodesk Revit, perteneciendo ambos a diferentes grupos empresariales.

Los softwares utilizados para la implantación de la metodología BIM son softwares capacitados para desarrollar parte de su gestión. El control real del

proceso se realiza con varios softwares que se puedan coordinar. Este es el ejemplo de Revit, que siendo un software diseñado para abarcar un amplio rango de dimensiones del método BIM, se puede apoyar en otros softwares como Autodesk Inventor o SolidWorks.

### **3.7.2. Revit como software.**

Nos centraremos en el software Revit, con el que se realiza el modelado y la gestión de información del Centro de Saúde de Cabana de Bergantiños.

Tras la realización de un curso oficial de Autodesk Revit Architecture se ha rescatado la siguiente definición: “La plataforma Revit para modelado de información de construcción es un sistema de diseño y documentación mediante el diseño, los dibujos y las tablas de planificación que se requiere para un proyecto de construcción. El modelo de información de construcción (BIM) aporta información sobre el diseño, la envergadura, las cantidades y las fases de un proyecto cuando se necesita.”

En Revit, cada plano de dibujo, vista 2D/3D y tabla de planificación es una presentación de información rescatada de una base de datos conjunta, perteneciente al modelo de construcción. Si fuera necesario encontrar un término más simple, podríamos decir que las vistas son “cámaras” que muestran el modelo dependiendo de las condiciones que el usuario asigna. Por ejemplo, una vista de planta incluye los elementos que ese usuario desea mostrar, asignando un parámetro de altura para ubicar el plano de corte desde el que visualizar esa planta.

Mientras se trabaja en las vistas de dibujo y en las tablas de planificación, Revit recopila información sobre el proyecto de construcción y la coordina en las demás representaciones del proyecto. El motor de cambios paramétricos de Revit coordina automáticamente los cambios realizados en todas las ventanas y bases de datos que les afecte: vistas de modelo, planos de dibujo, tablas de planificación, secciones, planos y elementos que hayan sido alterados de forma indirecta.

Por ejemplo, si sustituimos una puerta simple de 70 cm de ancho por otra de doble hoja y 130 cm de ancho, además de cambiar su tipo y su correspondiente coste directo, también se modifican los metros de zócalo, la cantidad de cerámica que ocupa el umbral de la puerta y las dimensiones del muro implicado. Todo ello debido a un cambio de una familia.

De este modo, Revit se convierte en una herramienta funcional y práctica para el modelado y el manejo de datos de forma fluida, coherente y eficaz.

### **3.8. Del 2D al 7D. Ciclo de vida de un proyecto.**

El ciclo de vida de un proyecto se puede entender como un conjunto de fases que abarcan desde el inicio del propio proyecto hasta su mantenimiento o derribo.

A su vez, una fase es un conjunto de actividades relacionadas entre sí, las cuales, de forma habitual, siguen un camino común para conseguir un objetivo.

Reforzadas por un contexto de evolución tecnológica y compromiso social, las diferentes dimensiones han cambiado sus roles de importancia durante el desarrollo de un proyecto. Una mayor fluidez en el modelado de los diseños y la rápida recopilación de datos, en relación a los métodos tradicionales, dejan tiempo y espacio a factores que cobran fuerza en la actualidad como la eficiencia

energética y la explotación de los edificios. Estos factores se establecen ya como coprotagonistas en los proyectos, dejando pocos aspectos en segundo plano.

### **3.8.1. Dimensiones y etapas.**

Es importante diferenciar entre una dimensión y una etapa, ya que ambas avanzan de forma muy similar en la misma dirección temporal.

Las etapas son objetivos que se cumplen durante el ciclo de vida del proyecto, mientras que las dimensiones son las categorías que se controlan durante el proceso.

Como ejemplo, se podría visualizar de manera intuitiva que, en los pasos iniciales del proyecto se consiguen los primeros bocetos a mano alzada con la utilización del 2D, coincidiendo con el inicio de la etapa de diseño. Finalmente, en la etapa de mantenimiento, tras la ejecución del proyecto, se utilizan los estudios del 7D.

### **3.8.2. Dimensiones 2D y 3D.**

Define la representación de elementos gráficos en 2 dimensiones como trazos en un papel mientras el 3D define la representación de elementos geométricos en 3 dimensiones como objetos a los que se les aporta un volumen.

Por motivos de similitud, las etapas 2D y 3D se pueden confundir fácilmente. Una buena forma de diferenciarlas es englobar las funciones que se deben realizar en cada una. En el 2D se recoge la producción de dibujos de detalles, documentos y vistas de plantas. Mientras en el 3D se recogen las representaciones tridimensionales de las formas y las renderizaciones (simulaciones fijas o en movimiento de modelos 3D).

### **3.8.3. Dimensión 4D.**

Refleja el tiempo durante el ciclo de vida del proyecto. No se basa únicamente en la gestión de tiempos de ejecución, de diseño o de vida útil, sino que también se basa en relacionar las etapas del proyecto para obtener un resultado más eficiente.

La detección de colisiones en la fase de diseño para no encontrarse con obstáculos en la fase de ejecución, y de esta forma, evitarnos una pérdida de tiempo en solucionar el problema, es un ejemplo de relación de tiempos entre etapas.

### **3.8.4. Dimensión 5D.**

Recoge el control de costes del proyecto. Junto con el 2D, el 5D era una dimensión destacada en los modelos tradicionales. Dentro del BIM se renueva, dotándose de mayores responsabilidades más allá de cumplir con los presupuestos asignados o la rentabilidad del proyecto, por ejemplo, el control sobre la información financiera.

### **3.8.5. Dimensión 6D.**

Es la sostenibilidad respecto al medioambiente. Hasta el momento el medioambiente nunca había tenido una influencia real sobre las metodologías de gestión y sus resultados más allá de algunas reglas básicas. Sin embargo, en las últimas dos décadas, los estudios sobre diferentes fenómenos medioambientales derivados, en gran medida, por el desarrollo humano, han provocado que sea inevitable no adaptar estas reglas a la realidad.

Las actuales certificaciones energéticas, con las que se pretende conseguir un mayor aprovechamiento de la energía, son algunas de las reglas implantadas en las nuevas normativas. Por ello, la metodología BIM coloca el 6D del proyecto al mismo nivel que el resto de dimensiones.

Hoy en día se pueden obtener resultados y valoraciones de estudios que, antes de la ejecución del proyecto, ofrecen la posibilidad de establecer medidas que afecten energéticamente a la edificación, teniendo en cuenta factores como la situación, orientación o propiedades de los materiales.

#### **3.8.6. Dimensión 7D.**

Engloba el mantenimiento durante el servicio del proyecto. Tras su ejecución, el proyecto llega a su última etapa. Dependiendo del tipo de proyecto con el que se trabaje, puede que el resultado final no tenga que mantenerse durante un largo periodo en el tiempo, aunque en el caso de las edificaciones no suele ser así. De cualquier modo, existe un periodo de mantenimiento, corto o no, durante el cual se actúa sobre el objeto.

El 7D es la dimensión dedicada a estas operaciones, utilizando toda la información aportada por los fabricantes y proveedores de los elementos utilizados en la etapa de ejecución.

En esta dimensión se centrará el apartado 5 del presente estudio.

#### **3.8.7. Factores de la evolución de las dimensiones.**

La evolución marcada a lo largo de los últimos años ha dedicado más tiempo a las dimensiones posteriores al 2D frente a la tendencia tradicional. El motivo y las formas de este cambio dinámico es debido a varios factores. La evolución tecnológica ha permitido reducir enormemente el esfuerzo dedicado a los diseños de los proyectos, por lo cual, se ha centrado mayor atención a otras áreas como estudios medioambientales o la planificación del mantenimiento tras la ejecución.

Además, el tiempo como factor económico se acentúa cada día más, empujado por la exigencia del desarrollo y la competitividad, convirtiéndose en uno de los factores principales a tener en cuenta.

Por otro lado, la etapa 6D ha cobrado especial relevancia debido a la creciente involucración social con respecto al medioambiente. Ha entrado incluso a formar parte de las normativas en las que anteriormente, o bien no formaban parte, o bien se basaban básicamente en la restricción de uso de determinados materiales.

#### **3.8.8. Futuras dimensiones.**

La adhesión de futuras dimensiones a la metodología BIM sería una evolución lógica. Se ha de tener en cuenta que la automatización ya es una realidad, y categorías como la robótica y la inteligencia artificial engloban muchas posibilidades aplicables en los nuevos proyectos.

#### **3.9. Aplicación del BIM en edificios existentes.**

Es importante resaltar que esta metodología trata de controlar todo el proceso, de principio a fin. Puesto que la etapa de ejecución es una etapa intermedia, y hablando desde el punto de vista de la construcción, la aplicación del método no se restringe a nuevos proyectos, sino también a proyectos que ya hayan sido ejecutados, y controlar así su mantenimiento y futuras modificaciones.

Se ha llegado incluso a crear un nuevo mercado empresarial y profesional para cubrir la demanda de implantación BIM a proyectos ya ejecutados, o para la implantación del método en determinadas empresas cambiando así su base de gestión y producción.

A priori no parecen apreciarse las ventajas de la adaptación al BIM, como en el caso que manejamos en el presente estudio, de un edificio ya construido.

No obstante, la adaptación al BIM no se basa únicamente en digitalizar el edificio para un acceso rápido a los elementos, sino en convertir a Revit en la herramienta que ayude a gestionar todas las ventajas derivadas del método.

Las ventajas del método sobre proyectos ya ejecutados se resumen en los siguientes apartados:

- Controlar y mantener un inventario activo de los elementos del edificio.
- Organizar todas las operaciones de mantenimiento necesarias.
- Obtener un historial de las reformas o alteraciones del edificio.
- Actuar sobre las averías con mayor control.
- Calcular y anticiparse a las necesidades de energía demandada.
- Obtener los datos necesarios para la cumplimentación del Certificado de Eficiencia Energética.
- Utilizar el modelo para realizar el IEE (Informe de Evaluación del Edificio).
- Disponer de todos los datos necesarios accesibles y actualizados para cualquier consulta que se demande.

**TÍTULO:**           **Desarrollo del modelo BIM del Centro de Salud de Cabana de Bergantiños.**

---

# **DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y ELABORACIÓN DEL MODELO**

---

**PETICIONARIO:**   **Escola Universitaria Politécnica**

**Avenida 19 de Febreiro, s/n, 15405, Ferrol**

**FECHA:**           **Junio 2019**

**AUTOR:**           **Edgar Gil Varela**

**Fdo. Autor:**



#### 4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y ELABORACIÓN DEL MODELO.

En primer lugar, este apartado recogerá una descripción arquitectónica y de las instalaciones de fontanería de la edificación. La descripción se apoyará en tablas de planificación y en figuras extraídas del propio programa.

En segundo lugar, se expondrán todos los elementos modelados en Revit mediante recuentros en tablas y figuras de forma independiente. Utilizando tablas para recoger informaciones generales y figuras para mostrar visualmente su aspecto de modelado.

También se explicará la importante función que ejercen los niveles y plantillas dentro del modelado en Revit.

Algunos de los elementos modelados han sido desarrollados a partir de un elemento estándar, como puertas y ventanas, o los aparatos sanitarios, a los que se han modificado únicamente las conexiones.

##### 4.1. Obtención de datos.

Para la implementación del modelo es necesario realizar una toma de datos previa. La aparición del BIM ha forzado el nacimiento de nuevas formas para la toma de datos de campo, por ejemplo, las nubes de puntos con escáner láser.

Sin embargo, en este modelo se ha realizado una toma de datos desde archivos CAD, cedidos por el arquitecto Ángel Monteoliva, mediante la aportación de los planos originales en formato digital .dwg del edificio.

A mayores, se ha complementado la información con fotografías tomadas en el terreno, la realización de bocetos con mediciones de algunos detalles y se ha entrevistado sobre las instalaciones del edificio a los responsables de mantenimiento designados.

Para las mediciones en el terreno se ha utilizado un medidor láser cedido por la empresa Aisla Sinxelo S.L.

Por otro lado, con la toma de datos se ha verificado que los planos cedidos son totalmente fiables para definir el modelado de la edificación.

##### 4.2. Descripción general y ubicación.

La edificación se ubica al borde de la Ría de Corme e Laxe, aproximadamente a 50 metros dirección Norte desde el Concello de Cabana de Bergantiños y comunicado con la carretera AC-430.



Figura 7 – Emplazamiento vista satélite.



Figura 8 – Emplazamiento vista conceptual.

Se sitúa en un área de espacios abiertos y en la parte más alta de un terreno irregular. La fecha de inicio de su construcción consta del año 1998 y la de finalización del año 2000.

En su conjunto, la edificación cuenta con una planta baja principal, en la cual se desarrolla la actividad de su propósito, y un bajo sótano para la gestión de los servicios de agua, climatización, electricidad y PCI.

#### **4.3. Descripción arquitectónica.**

Dentro de esta descripción englobaremos las zonas, divisiones y utilidades de la distribución interior y la descripción exterior del edificio.

##### **4.3.1. Distribución del edificio.**

La planta baja se define por una entrada principal situada en la fachada sur, destinada en tres cuartas partes a ser una zona de espera para las consultas generales, y en el espacio restante se sitúa una recepción.

Desde esta entrada principal se puede acceder a la zona común de baños, la entrada a un distribuidor, acceder a la zona de espera de pediatría, a 7 consultas generales y a un aula destinada a actividades de formación.

Tras la recepción se encuentra la zona administrativa y de ficheros de los historiales médicos.

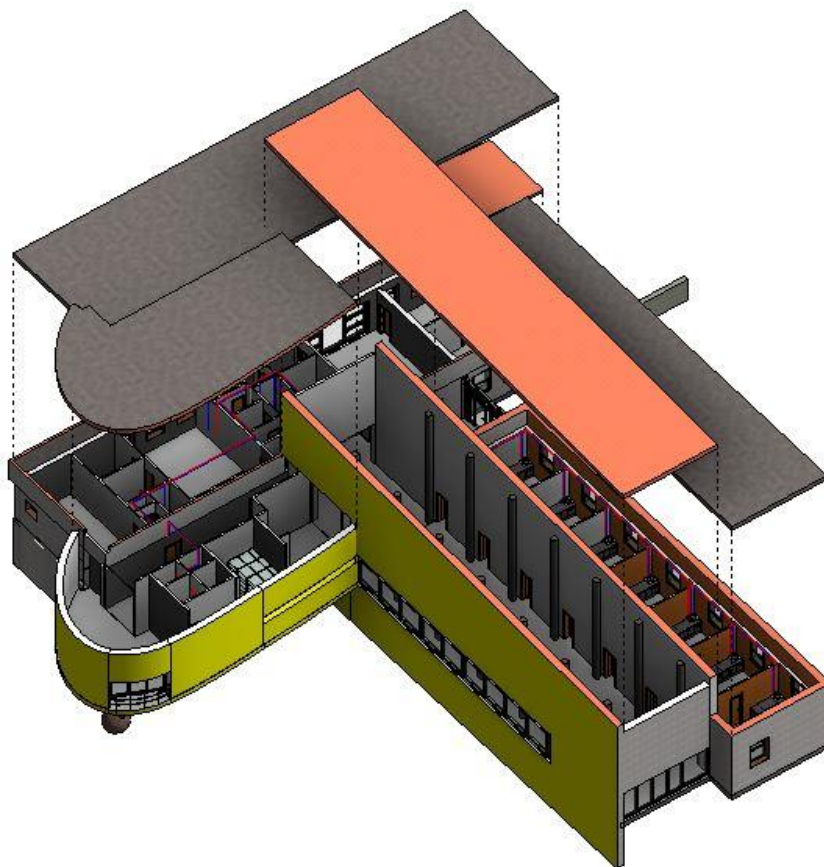


Figura 9 – Vista 3D explosionada del modelo.

En la fachada norte se encuentra la sala más grande del edificio a la que se accede por el distribuidor. En esta sala se realizan las juntas directivas y se instala una biblioteca. Esta sala es la única de la edificación que no sigue una estructura rectilínea.

En el pasillo del vestíbulo se encuentra el acceso a unas escaleras de 16 huellas que comunica la planta baja con el sótano, en donde se encuentran los cuartos de las instalaciones.

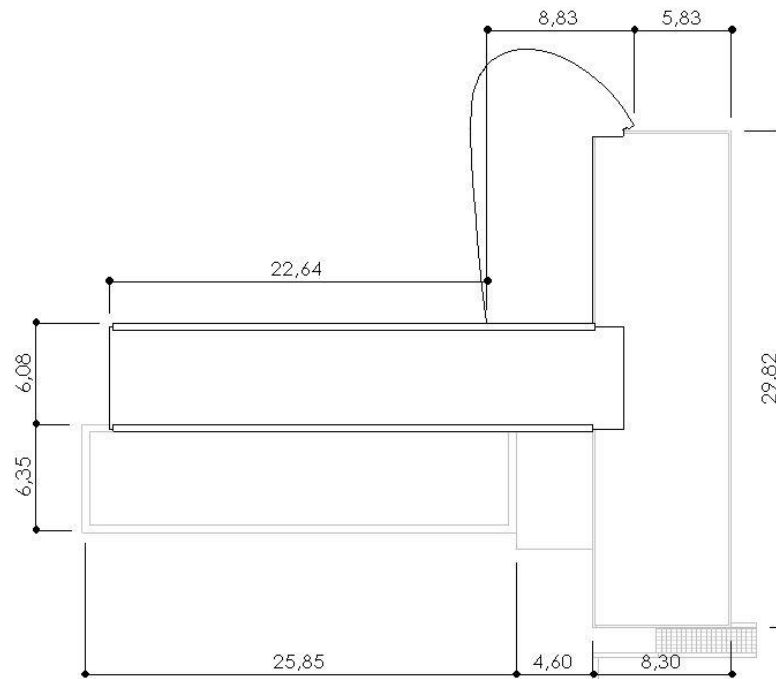


Figura 10 – Dimensiones generales de la edificación.

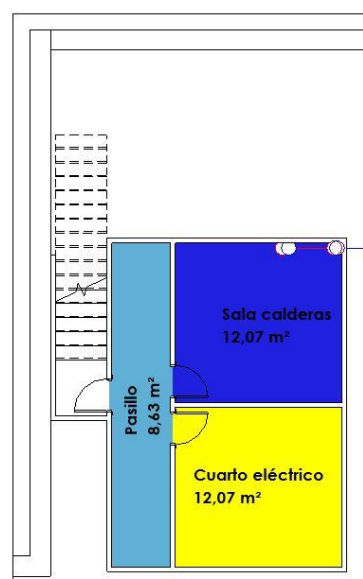


Figura 11 – Distribución dependencias en el sótano.

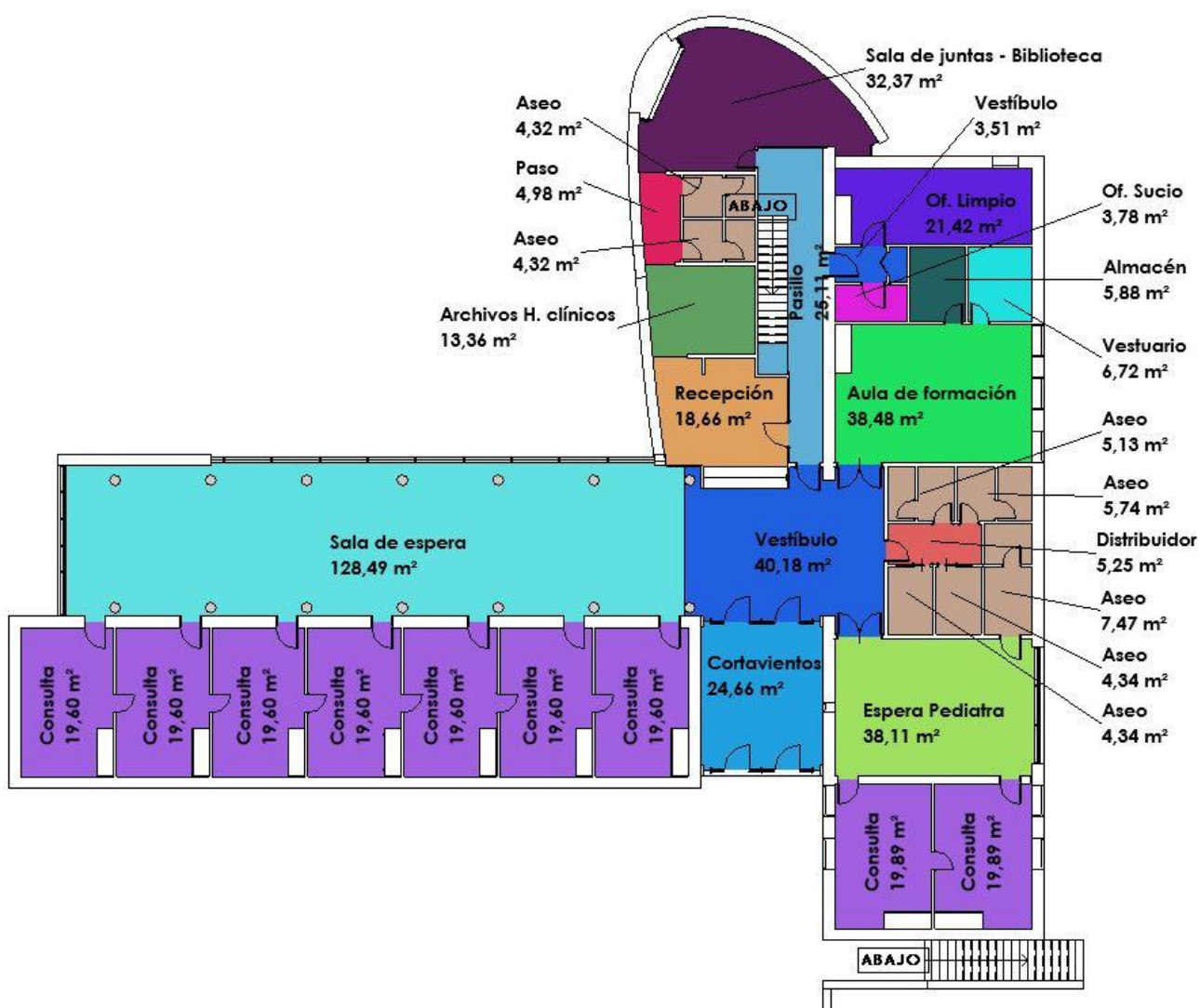


Figura 12 – Distribución dependencias en la planta baja.

#### 4.3.2. Registro de dependencias.

DIS-Dependencias Proyecto			
Nombre	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>-01_ Sótano_ ARQ</b>			
Cuarto eléctrico	13,9	12,07	34,03
Pasillo	16,3	8,63	24,32
Sala calderas	13,9	12,07	34,03
<b>00_ Baja_ ARQ</b>			
Almacén	9,8	5,88	17,35
Archivos H. clínicos	14,74	13,36	40,07
Aseo	9,1	5,13	15,12
Aseo	9,7	5,74	16,93
Aseo	8,5	4,34	12,79
Aseo	8,5	4,34	12,79
Aseo	11,9	7,47	22,04
Aseo	8,6	4,32	12,96
Aseo	8,6	4,32	12,96
Aula de formación	25,2	38,48	113,52
Consulta	18,2	19,6	57,83
Consulta	18,2	19,6	57,83
Consulta	18,2	19,6	57,83
Consulta	18,2	19,6	57,83
Consulta	18,2	19,6	57,83
Consulta	18,2	19,6	57,83
Consulta	18,2	19,6	57,83
Consulta	18,2	19,89	58,68
Consulta	18,2	19,89	58,68
Cortavientos	19,92	24,66	73,7
Distribuidor	10	5,25	15,49
Espera Pediatra	25,1	38,11	112,42
Of. Limpio	20,59	21,42	63,2
Of. Sucio	8,2	3,78	11,15
Pasillo	28,86	25,11	75,33
Paso	9,81	4,98	14,95
Recepción	19,68	18,66	55,98
Sala de espera	57,44	128,49	385,47
Sala de juntas - Biblioteca	26,08	32,37	97,09
Vestuario	10,4	6,72	19,82
Vestíbulo	32,35	40,18	119,87
Vestíbulo	8	3,51	10,35
TOTAL: 35		656,37	

Tabla 1 – Superficies de las dependencias.

#### 4.3.3. Descripción de fachadas.

Las fachadas cuentan con grandes cristaleras situadas en las zonas de espera. En la sala de juntas se sitúa una pequeña terraza compuesta por una cristalera y un pasamanos.

Debido a los desniveles, las fachadas sufren muy variadas situaciones. A modo orientación, la descripción seguirá un camino anti horario iniciándose en la fachada Sur y las alturas que no se definan como alturas de fachada expuesta al aire, se tomarán como alturas desde la cota 0, que es el nivel del suelo de la planta baja.

##### 4.3.3.1. Fachada Sur.



Figura 13 – Fachada Sur.

En la fachada Sur se cuenta con una altura expuesta al aire de 4,35 metros. La fachada está revestida en bloques de piedra. Cuenta con 7 ventanas de guillotina (V01) situadas justo al centro de la pared interior de cada consulta general.

En esta fachada también se encuentra la entrada principal, la cual se compone de una zona cortavientos con una altura de 3,25 metros y formada por dos grandes cristaleras (MC01) con dos puertas batientes en cada una.

La zona exterior está habilitada para el acceso a personas minusválidas ya que se sitúa al mismo nivel que la acera.

En el último cuarto de la fachada Sur según nos acercamos a la fachada Este se descubre más fachada expuesta por el desnivel del terreno y definida por unas escaleras exteriores y directamente adheridas que descienden, las terminaciones de dichas escaleras se desfazan 1,5 metros desde la intersección de las dos fachadas. Este último tramo está ubicado 5,7 metros más hacia el sur que el resto de la fachada.



#### 4.3.3.2. Fachada Este.

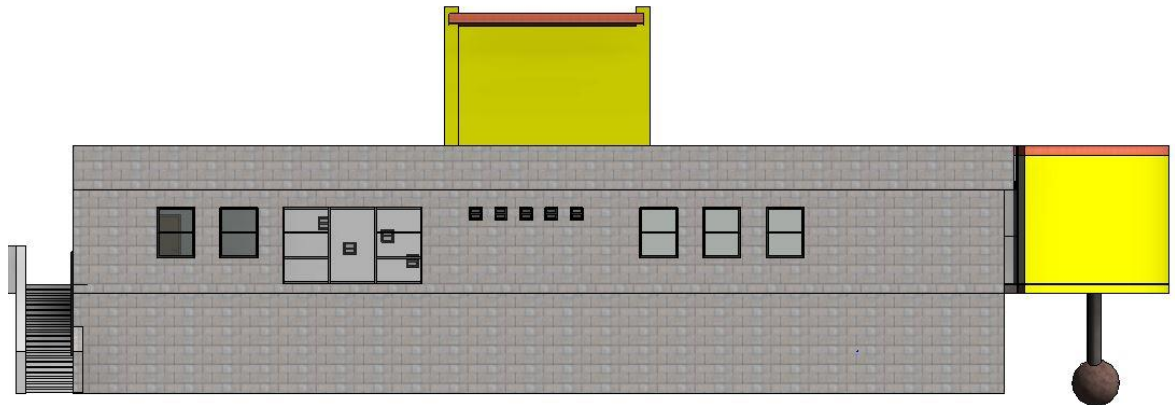


Figura 14 – Fachada Este.

Es la fachada con más altura expuesta al aire, 4,35 metros de altura en su totalidad.

Es la fachada más homogénea y se ubica por completo en la misma línea. Cuenta con una cristalera grande (MC03) que sirve a la zona de espera de pediatría.

Posee dos ventanas de guillotina (V01) que se sitúan en una de las consultas también de pediatría y otras tres ventanas idénticas que se encuentran en la sala destinada a la formación.

Para servir a los baños comunes existen 5 ventanales pequeños (V03) de 40 por 40 cm. Todas las ventanas y la cristalera están situadas en la planta principal.

El tramo de fachada inferior sirve como contrafuerte del terreno. La fachada Este, al igual que la sur, está revestida por bloques de piedra.

#### 4.3.3.3. Fachada Norte.

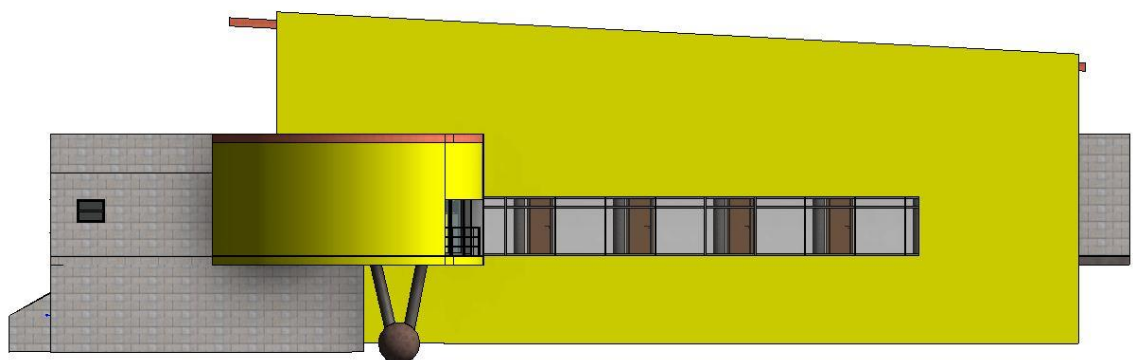


Figura 15 – Fachada Norte

Es la más irregular y cuenta con 3 zonas claramente diferenciadas.

La primera zona es la continuación directa de la fachada Este. Cuenta con el mismo revestimiento de piedra y la misma altura expuesta al aire. Existe una ventana de guillotina (V02) única en la edificación de un metro de anchura que sirve de luz al almacén. La segunda zona de la fachada norte es un saliente. La parte superior de la primera zona de la fachada finaliza contra el inicio de esta, y la parte inferior continúa ocultándose bajo el saliente de la segunda zona.

La segunda zona es la que define la sala de juntas y biblioteca. Cuenta con una cristalera (MC04) que da paso a una pequeña terraza con barandilla compuesta por tubos de aluminio. Además, el tramo final de la fachada cuenta también con una cristalera lineal continua (MC05) para la zona de recepción y administración. La fachada es de un revestimiento exterior amarillo pálido. El saliente se define con una curvatura que varía sus radios a medida que avanza, dibujando una figura curva constante que se inicia al remate de la primera zona como un saliente hacia el norte para finalmente, tras curvarse por completo, finaliza en la tercera zona de la fachada dirección sur. Esta tercera zona es la que remata contra la fachada Oeste. El saliente se sostiene únicamente sobre dos pilares inclinados que terminan en una base de hormigón, exteriormente definida como una esfera. El conjunto de los dos pilares y la esfera define la separación entre la base de la edificación de esta zona y un terreno no uniforme.

La tercera zona cuenta con una gran cristalera (MC02) que ofrece el paso de luz a toda la zona de espera de las consultas generales y parte de la zona de recepción. Tienen un revestimiento exterior amarillo idéntico al de la segunda zona de la fachada. La altura de fachada al aire es irregular a lo largo de toda su longitud coincidiendo el tramo de mayor altura con los 12 metros. Esta parte se inicia a los 8,75 metros de altura en el Este y finaliza a los 7,30 metros en el Oeste.

#### 4.3.3.4. Fachada Oeste.



Figura 16 – Fachada Oeste.



Esta fachada cuenta con cuatro zonas diferenciadas.

La primera zona es la definida por el saliente descrito en la fachada Norte. Desde el Oeste se aprecian mejor los ventanales y la terraza mencionadas.

La segunda zona coincide con el ancho de la zona de espera de las consultas generales y cuenta también con una gran cristalera idéntica diseño a la de la zona tres de la fachada Norte. El revestimiento es el de bloques de piedra gris y, además, desde el Oeste se aprecia cómo la cubierta de la zona de espera es claramente más alta que el resto de cubiertas del edificio.

La tercera zona es un pequeño tramo homogéneo revestido de bloque de piedra gris con una ventana de guillotina. Cuenta con el ancho de las consultas generales.

La cuarta zona se define por la continuidad de la zona cortavientos de la entrada principal, iniciándose en la cristalera con puertas exterior y terminándose en las escaleras exteriores. Cuenta con dos ventanas de guillotina y un revestimiento de bloques de piedra gris.

#### **4.4. Bases de modelado.**

En los próximos apartados, se definirán los aspectos iniciales que se han utilizado para llegar a obtener el modelo final.

El método de modelado, es común a todos los usuarios, por el contrario, la organización del proyecto varía según el objetivo, la comodidad del usuario o los datos de diseño previos al modelado.

En este caso, la organización inicial ha sido tomada de los cursos realizados de Autodesk, Revit Architecture y Revit MEP, para un proyecto de estas condiciones arquitectónicas y de fontanería.

Las ilustraciones y tablas de registros en las que se apoya la explicación del modelado, han sido generadas por Revit y exportadas al programa Excel.

##### **4.4.1. Disciplinas en Revit.**

El modelado en cualquier proyecto de Revit se establece dentro de un conjunto de reglas, basadas en la visualización de elementos, que posibilitan el modelado en la dirección que el usuario requiera. Cada uno de estos conjuntos se llama disciplina.

Antes de comenzar a modelar, las disciplinas se pueden escoger como si de una propiedad se tratase. Esta determina cómo se muestran los elementos específicos en una vista y sus etiquetas, según los requerimientos demandados.

Existen cuatro disciplinas básicas en el Revit: Arquitectura, Mecánica, Electricidad, Fontanería, Estructura y Coordinación.

Cuando la disciplina Arquitectura está activa, todas las categorías de elemento aparecen visibles. Los elementos arquitectónicos y los estructurales están al mismo nivel que los de mecánica, electricidad y fontanería y se respetan las selecciones y anteposiciones en la vista.

Cuando la disciplina escogida es Mecánica, Electricidad o Fontanería, los elementos relacionados con estas disciplinas se visualizan sin ningún tipo de problema, sin embargo, el resto de elementos quedan difuminados en un segundo plano. Sobre estos últimos se puede actuar, pero se registra su modo de modelado modificando su forma de seleccionarlos. Por ejemplo, únicamente se podrán seleccionar uno por uno ya que no responden al cuadro de selección. Además, de cara a su visualización tendrán preferencia de representación sobre otros elementos que pudiesen anteponerse en la vista.

En el caso de la disciplina Estructura, la visualización de los elementos es idéntica a la disciplina Arquitectura, a excepción de los muros no estructurales, los cuales permanecen ocultos.

Cuando hablamos de la disciplina Coordinación, se visualizan y controlan todos los elementos, sin embargo, se da preferencia de visualización a los elementos de instalaciones, ya que, anteponiéndose otros elementos, el coordinador necesita igualmente visualizarlos para tener el control global.

#### 4.4.2. Categoría, familia, tipo y ejemplar.

Todos los elementos que se añaden a los proyectos de Revit se crean a través de familias. El editor de familias de Revit permite modificar o crear estos elementos para cubrir las necesidades del proyecto.

Una familia es un grupo de elementos con un conjunto de propiedades comunes, llamadas parámetros, y una representación gráfica asociada en el programa. Los distintos elementos que pertenecen a una familia pueden tener valores diferentes en algunos o en todos sus parámetros, aunque tienen siempre el mismo conjunto de parámetros (nombres y significados). Estas variaciones dentro de la familia reciben el nombre de “tipos de familias” o simplemente “tipos”.

Por encima de la familia se encuentra la categoría, la cual engloba la relación dentro de las diferentes familias.

Un ejemplo en el ámbito arquitectónico es el de las puertas. Las puertas son una categoría que engloba todas las familias de puertas. Una puerta batiente de una hoja correspondería con una familia, y a su vez, la puerta batiente de una hoja puede ser de 80, 90 o 100 cm de ancho, siendo un tipo cada una de ellas.

Por último, se establece el ejemplar, aquel elemento que, perteneciendo a un tipo, se le proporciona un código ID único asignándole un papel independiente en el modelo

- **Categoría** → **Puerta**
- **Familia** → **Puerta batiente de una hoja**
- **Tipo** → **Puerta batiente de una hoja de 90 centímetros**
- **Ejemplar** → **Puerta batiente de una hoja de 90 centímetros colocada en dormitorio principal.**

#### 4.4.3. Niveles y cotas.

Los niveles se crean a partir de un alzado o sección y se utilizan para definir, organizar y estructurar las alturas verticales definidas por los elementos como muros, cubiertas o suelos principalmente. A estos niveles también se les asocian todos los elementos de las familias que formarán parte del modelo, bien ajustándose a la altura, como es habitual en las puertas, o bien con un desfase de base específico, como en la ubicación de ventanas.

El nivel 0 es la referencia para definir las distintas cotas entre los niveles sucesivos, tanto superiores como inferiores. Por lo general, esta cota se establece a nivel del suelo en la planta baja de las edificaciones, y en nuestro caso se ha definido así.

##### 4.4.3.1. Modelado arquitectónico.

En el caso de este estudio, se han utilizado diferentes niveles arquitectónicos y estructurales además de un nivel para la colocación de las instalaciones de fontanería sobre los falsos techos y otro para referenciar el punto más elevado de la cubierta inclinada.

##### 4.4.3.1.1. Niveles y cotas estructurales.

En el modelado de este proyecto se han utilizado las siguientes cotas para definir las alturas de los suelos sin su pavimento.

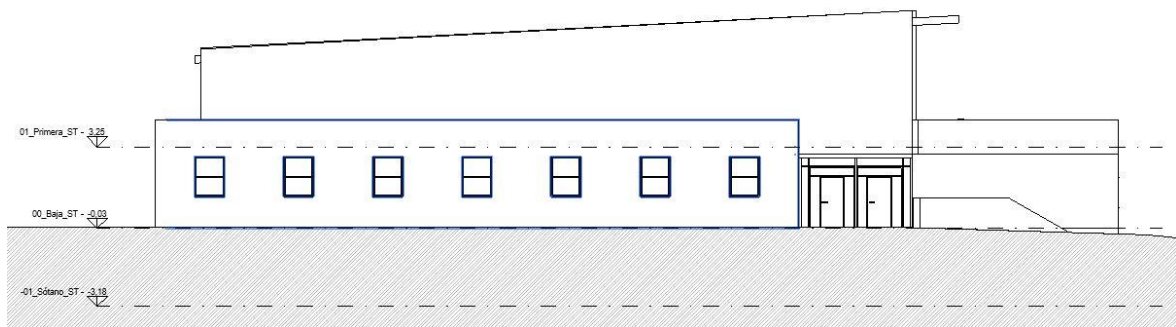


Figura 17 – Niveles y cotas estructurales.

##### 4.4.3.1.2. Niveles y cotas arquitectónicas.

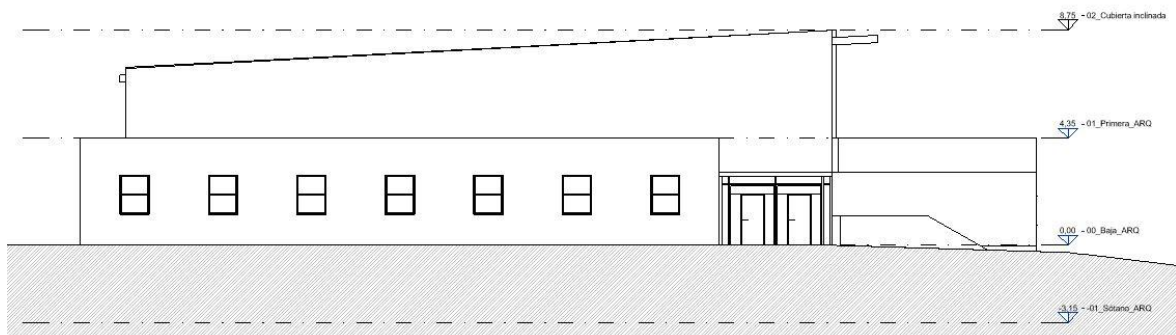


Figura 18 – Niveles y cotas arquitectónicas.

A diferencia de las cotas ST, las cotas ARQ se han utilizado para definir las alturas de los suelos con su pavimento “instalado”. También se han definido niveles para las alturas de la cubierta inclinada y de los salientes de los muros sobre las cubiertas planas.

#### 4.4.3.2. Modelado ACS/AFS y residuales.

La creación de los niveles para modelar instalaciones sigue la misma pauta que en el ámbito arquitectónico. Los niveles se utilizan para establecer las cotas de los principales ramales, equipos o dispositivos. A partir de ellos se podrán desfazar las alturas de los elementos que consideremos menos importantes y de esta forma establecer el orden del modelado. En el caso del modelado expuesto, se ha utilizado un único nivel para establecer las alturas de los principales ramales horizontales de las tuberías entre el nivel 00\_Baja\_ARQ y el 00\_Primer\_Arq. Se ha prescindido generar un nivel específico para las instalaciones del sistema residual ya que todas ellas deben tener una pendiente mínima del 2% a partir de la base del suelo coincidente con el nivel 00\_Baja\_ARQ. Por lo tanto, se ha asociado este nivel al modelado de las mismas.

#### 4.4.3.3. Registro de las niveles y cotas.

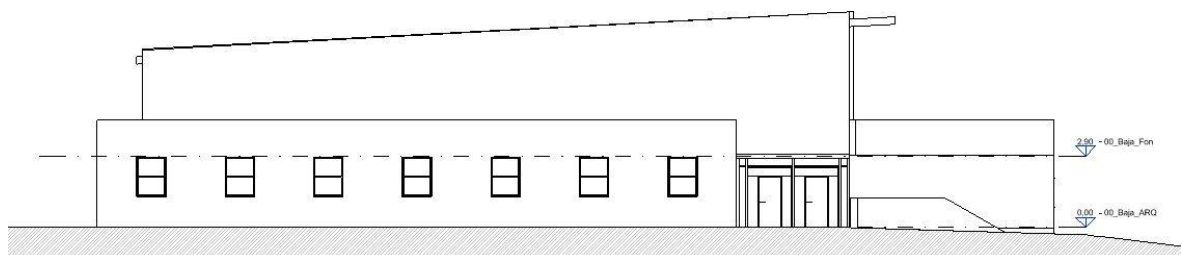


Figura 19 - Nivel y cota de fontanería.

Niveles	
Nivel	Elevación
-01_Sótano_ARQ	-3,15
-01_Sótano_ST	-3,18
00_Baja_ARQ	0
00_Baja_Fon	2,9
00_Baja_ST	-0,03
01_Primer_Arq	4,35
01_Primer_ST	3,25
02_Cubierta inclinada	8,75

Tabla 2 – Cotas de los niveles.

#### **4.4.4. Plantillas.**

Las plantillas de Revit son configuraciones que sirven como base para iniciar proyectos. Cada plantilla está dirigida a un tipo de modelado diferente según la demanda del proyecto o preferencia del usuario. De este modo, si se pretende centrar el modelado en la arquitectura, se ha de escoger la plantilla arquitectónica. Con esta elección las herramientas clave para el modelado arquitectónico tienen preferencia sobre el resto. Existen plantillas predefinidas por el programa, pero, cuando el usuario de Revit es avanzado, este tiende a la creación de plantillas propias basadas tanto en sus objetivos de modelo, como por ejemplo el tipo de planos donde exportará las vistas, o en la organización del navegador, además de otras modificaciones. Es decir, el usuario podrá personalizar las plantillas para adecuarlas al gusto de modelado.

Por norma general en las plantillas se pueden configuran y guardan los siguientes elementos de uso habitual:

- Unidades y parámetros de proyecto y globales.
- Familias de sistema como muros, suelos y cubiertas.
- Elementos de familias como lavabos o puertas.
- Configuración de maquetación como tipos de líneas o etiquetas.
- Plantillas de vista y tipos de planos.

En el caso presente, se han utilizado dos plantillas diferentes. Una plantilla arquitectónica desarrollada a lo largo del curso REVIT ARCHITECTURE y una plantilla de fontanería modificada a partir de una plantilla predefinida de Revit.

Es importante señalar que cabe la posibilidad de descargar plantillas de la web, pero el objetivo de las plantillas es amoldarse al usuario y no al contrario.

#### **4.5. Modelado arquitectónico.**

Para la digitalización de la edificación se ha procedido al modelado de los siguientes elementos arquitectónicos:

- Forjados.
- Muros.
- Ventanas y puertas.
- Cristaleras.
- Escaleras.
- Barandillas

- Terreno exterior.

#### 4.5.1. Forjados.

Cuando hablamos de forjados, estamos refiriéndonos a los armazones de hormigón de los suelos de la edificación.

##### 4.5.1.1. Método de modelado.

Las medidas y ubicaciones de los forjados se han tomado directamente de los planos. Para definir los forjados en Revit se han creado los niveles, mencionados en el apartado 4.3.3., asociados a cada planta y con los valores de las cotas extraídas anteriormente. De este modo, cada forjado queda asociado a un nivel y cada nivel a una planta. Esto permite organizar el modelado de los demás elementos arquitectónicos definidos entre las plantas, como los muros, cristaleras o pilares.

Una vez modelados los forjados, desde el propio programa se puede extraer información calculada de forma automática, como el área o volúmenes totales.

##### 4.5.1.2. Registro de forjados.

Forjados				
Tipo	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Cota superior	Grosor
ARQ-Forjado 30 cm	37,95	11,39	-3,18	0,3
Total en -01_Sótano_ST	37,95	11,39		
ARQ-Forjado 30 cm	720,1	216,02	-0,03	0,3
Total en 00_Baja_ST	720,1	216,02		
ARQ-Forjado 30 cm	236,12	70,84	3,25	0,3
ARQ-Forjado 30 cm	159,34	47,8	3,25	0,3
Total en 01_Primer ST	395,46	118,64		
ARQ-Forjado 30 cm	116,68	35	4,35	0,3
Total en 01_Primer ST	116,68	35		

Tabla 3 – Registro de forjados por nivel.

#### 4.5.2. Muros.

En el caso presente, denominaremos muro a toda construcción destinada a la división y delimitación de los espacios. Englobaremos dentro del término muro a los tabiques, muros ordinarios y cerramientos.

##### 4.5.2.1. Método de modelado.

Las especificaciones del edificio forzaban a utilizar diversos materiales, pues las exigencias de aislamiento son diferentes para cada habitación y dependen del contacto exterior en sus límites. Por ello, tras comparar los datos recogidos y las mediciones de los planos, se modelan cuatro tipos de muro con distintos tipos de materiales en sus capas.

En el edificio protagonista existen dos excepciones, la primera es la de los muretes que sobresalen de las cubiertas planas exteriores, que se han definido tomando el valor de altura como desfase de base desde el nivel asociado de la planta 01\_Primer\_ARQ. La segunda excepción han sido los muros de la habitación asignada a la Sala de juntas-Biblioteca, a la cual se le ha definido la misma altura que en el caso anterior.

#### 4.5.2.2. Registro de muros.

Muros					
Tipo de muro	Nº capas	Espesor capa (cm)	Función	Tipo de capa	Material por capa
Tabique de 10 cm	3	1	Acabado	Enlucido	Yeso blanco
		8	Estructura	Ladrillo	Arcilla
		1	Acabado	Enlucido	Yeso blanco
Tabique de 15 cm	3	1,5	Acabado	Enlucido y mortero	Yeso blanco y mortero
		12	Estructura	Ladrillo	Arcilla
		1,5	Acabado	Enlucido y mortero	Yeso blanco y mortero
Muro de 30 cm	6	2	Acabado	Enlucido y mortero	Yeso blanco y mortero
		8	Estructura	Ladrillo	Arcilla
		6	Capa térmica	Lana de roca	Lana mineral
		8	Capa térmica	Cámara de aire	Aire
		8	Estructura	Ladrillo	Arcilla
		2	Acabado	Enlucido y mortero	Yeso blanco y mortero
Cerramiento de 45 cm	6	1	Acabado	Enlucido	Yeso blanco
		12	Estructura	Ladrillo	Arcilla
		6	Capa térmica	Lana de roca	Lana mineral
		8	Capa térmica	Cámara de aire	Aire
		12	Estructura	Ladrillo	Arcilla
		9	Acabado	Bloques de piedra	Piedra

Tabla 4 – Tipos de muro.

#### 4.5.2.3. Ilustraciones

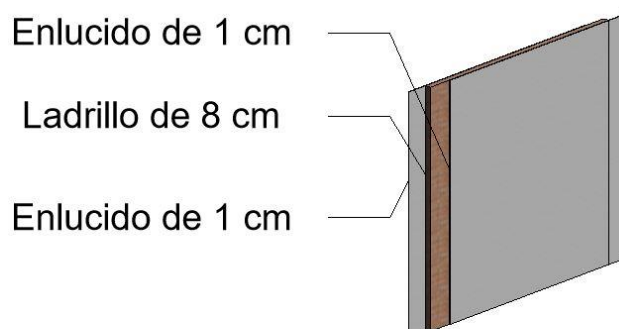


Figura 20 – Capas en tabique de 10 centímetros.

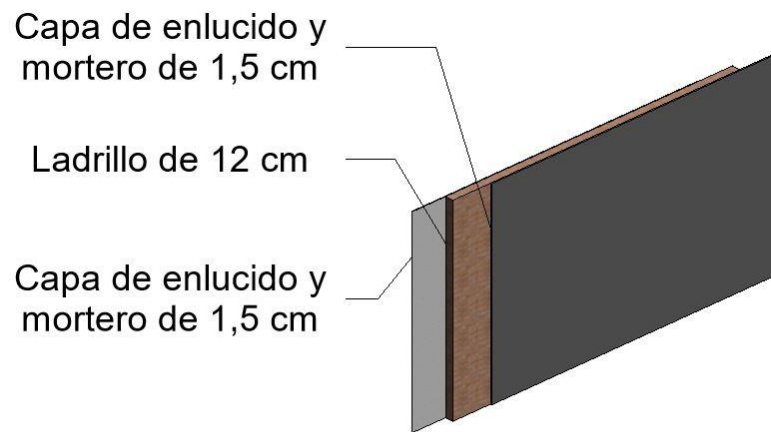


Figura 21 – Capas en tabique de 15 centímetros.

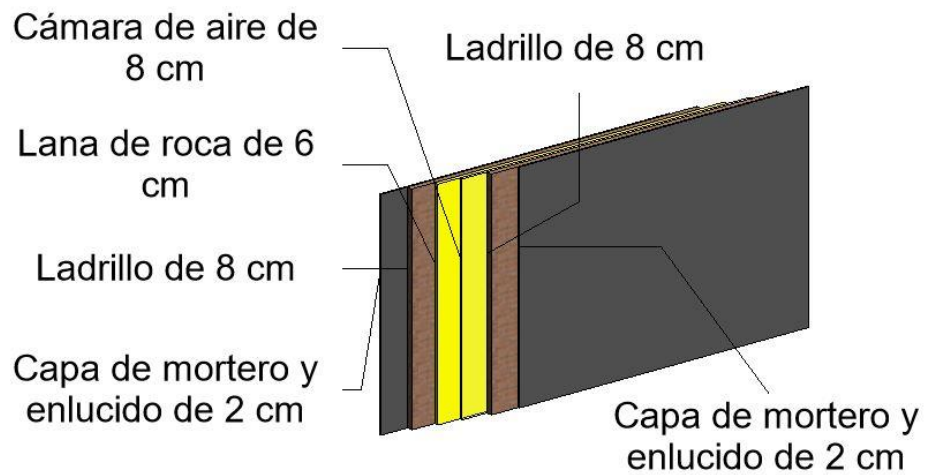


Figura 22 – Capas en muro de 30 centímetros.

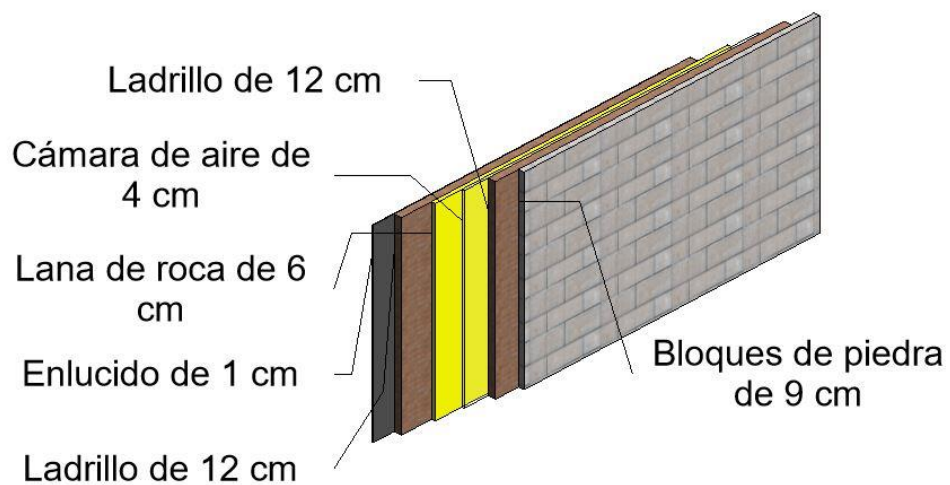


Figura 23 – Capas en cerramiento de 45 centímetros.



#### **4.5.3. Puertas y ventanas.**

Los elementos como las ventanas y las puertas no se modelan como tal dentro del archivo del modelo principal como ocurre con los muros. Estos elementos se deben descargar de la web, en las páginas de los proveedores o en webs dedicadas a estos fines, o bien se pueden definir en un archivo de Revit dedicado a la creación y editado de familias.

Una vez obtengamos el archivo (con formato digital “.rfa”) se podrá insertar en nuestro archivo de modelo principal como una familia.

Las ventanas pertenecen a la familia de ventanas, con sus parámetros y registros, y las puertas a la familia de puertas, así pues, no se podría insertar una puerta como familia de ventana ya que sus parámetros no son coincidentes dentro del código interno del programa.

Esto ocurre para que el propio programa mantenga una coherencia dentro del diseño del modelado de cara a reflejar uniones de construcciones e instalaciones “reales”.

Existe una gran variedad de elementos modelados en la web. Algunos modelados por los propios proveedores de los productos en la vida real, otros modelados por usuarios aficionados.

Tanto en unos como en otros se debe revisar que el objeto o elemento que vamos a utilizar en nuestro modelo sea fiable y se ciña a todos los parámetros que necesitamos en nuestro modelo.

##### **4.5.3.1. Método de modelado.**

Para la definición de las puertas y ventanas se han tenido en cuenta los materiales y dimensiones y se han introducido en el modelo final.

Por definición, puertas y ventanas únicamente podrán ser instaladas en los muros, y estas adaptan de forma automática las molduras de sus marcos a ellos.

Ya que las puertas y ventanas de la edificación son de tipología sencilla, en el proceso de su modelado se han duplicado elementos estándar y se han ajustado a las condiciones demandadas por el estudio.

Estas condiciones no responden únicamente a las propiedades de los materiales, sino también a los ajustes de longitudes y espesores.

Siendo cierto que existen programas avanzados para el modelado de elementos compatibles con Revit, en este caso toda modificación de familias se ha realizado utilizando el editor de familias de Revit.

#### 4.5.3.2. Registro de puertas.

Puertas				
Código	Descripción	Tamaño (cm)	Recuento	Función
00_Baja_ARQ				
P07	Panel con puerta simple en vidrio	100 x 210	4	Exterior
P08	Puerta de cristal Axis FloMotion telescópica Tipo T100	3000x2000	1	Exterior
P01	Puerta de 1 hoja	70 x 210	19	Interior
P02	Puerta de 1 hoja	80 x 210	11	Interior
P03	Puerta de 1 hoja	90 x 210	5	Interior
P04	Puerta corredera simple en muro	62.5 x 203	2	Interior
P05	Puerta doble plegable	0915 x 2134	1	Interior
P06	Puerta abatible de 2 hojas con cristal	165 x 203	2	Interior
-01_Sótano_ARQ				
P01	Puerta de 1 hoja	70 x 210	3	Interior

Tabla 5 – Registro de puertas.

#### 4.5.3.3. Registro de ventanas.

Ventanas			
00_Baja_ARQ			
Código	Descripción	Tamaño (cm)	Recuento
V01	Ventana de guillotina de 2 hojas	120x160	15
V02	Ventana de guillotina de 2 hojas	100x80	1
V03	Ventana de guillotina de 2 hojas	40x40	9

Tabla 6 – Registro de ventanas.

#### 4.5.3.4. Ilustraciones.



Figura 24 – Ventana V01.

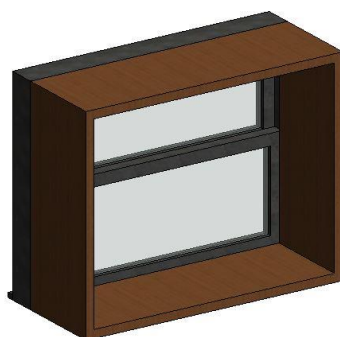


Figura 25 – Ventana V02.

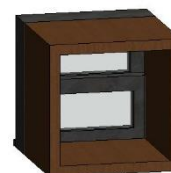


Figura 26 – Ventana V03.



Figura 27 – Puerta P01.

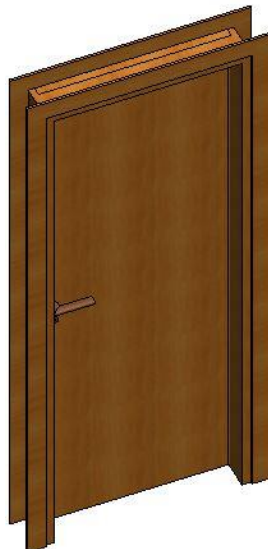


Figura 28 – Puerta P02.



Figura 29 – Puerta P03.



Figura 30 – Puerta P04.



Figura 31 – Puerta P05.



Figura 32 – Puerta P06.

#### 4.5.4. Cristaleras.

El modelado de las cristaleras de la edificación, definidas en Revit como muros cortina, se ha de realizar a partir de un muro sólido o muro anfitrión. Los muros cortina no se restringen únicamente a fachadas. Como ejemplo, en nuestro modelo existe un muro cortina interior en la zona cortavientos.

En estas familias nos encontramos una fusión entre el modelado del conjunto muro cortina, que sigue las pautas de un muro ordinario en Revit, y la estructura mediante los montantes, los cuales son creables y editables como un archivo de familia.

Los muros cortina pueden estar compuestos en su totalidad por ventanas o paneles de cristal, puertas o incluso por módulos de muro sólido si el proyecto lo demandase.

#### 4.5.4.1. Método de modelado.

Dentro de nuestro modelado se han definido un total de tres cristaleras con zonas de paso. Dos de ellas son idénticas y poseen dos puertas cada una y se ubican en la entrada principal (Fachada Sur e interior). La otra tiene una puerta corredera y se encuentra la pequeña terraza de la habitación Sala de juntas-Biblioteca (Fachada Oeste).

El resto de cristaleras, un total de cuatro más, no posibilitan el paso. Dos de ellas corresponden a la zona de espera para consultas generales (fachada Oeste y Sur), una pequeña a la zona de recepción (fachada Sur) y la última a la zona de espera de pediatría (fachada Este).

Las cristaleras del edificio se basan sencillamente en una estructura de montantes rectangulares que sostienen los paneles y puertas de vidrio.

Es necesario decir que en este caso se ha escogido el material estándar de vidrio para los paneles. Pero en un modelo más ajustado se podrían insertar los datos necesarios para definir cualquier tipo de material para paneles simples, dobles, con cámara de aire interior o cualquier caso que se nos plantee.

#### 4.5.4.2. Registro de cristaleras.

Muros cortina		
00_Baja_ARQ		
Código	Descripción	Zona
MC01	Muro cortina con doble puerta acristalada	Cortavientos
MC02	Muro cortina con paneles rectangulares grandes	Espera consultas generales
MC03	Muro cortina con panel rectangular grande principal	Espera pediatría
MC04	Muro cortina con puerta acristalada corredera	Sala de juntas-biblioteca
MC05	Muro cortina con paneles rectangulares pequeños	Recepción

Tabla 7 – Registro de muros cortina.

#### 4.5.4.3. Ilustraciones.



Figura 33 – Muro cortina MC01.



Figura 34 – Muro cortina MC01 en el modelo.

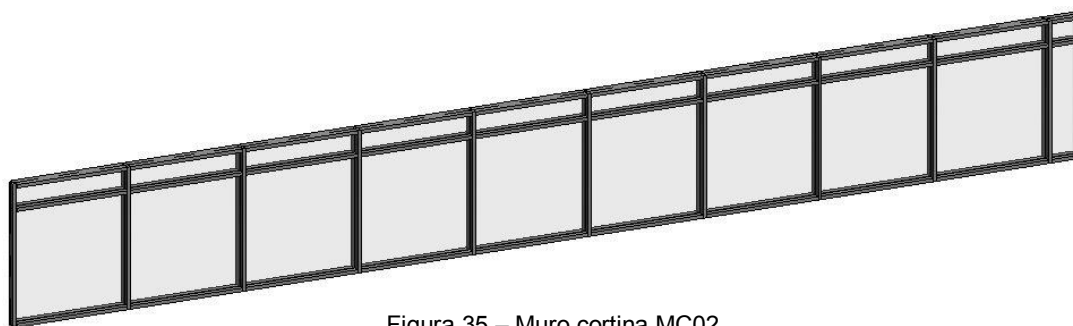


Figura 35 – Muro cortina MC02.

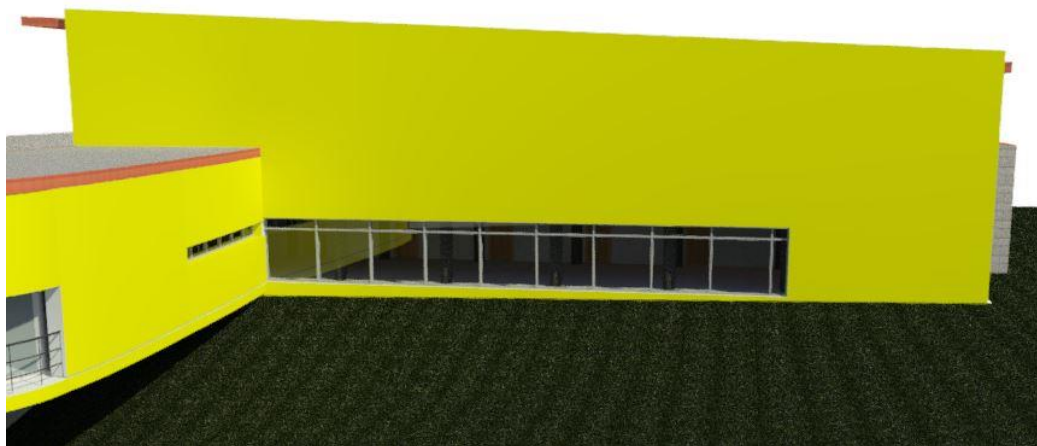


Figura 36 – Muro cortina MC02 en el modelo.

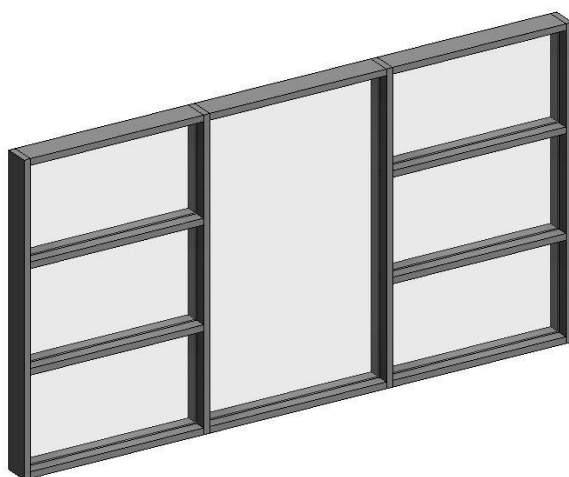


Figura 37 – Muro cortina MC03.



Figura 38 – Muro cortina MC03 en el modelo.



Figura 39 – Muro cortina MC04.

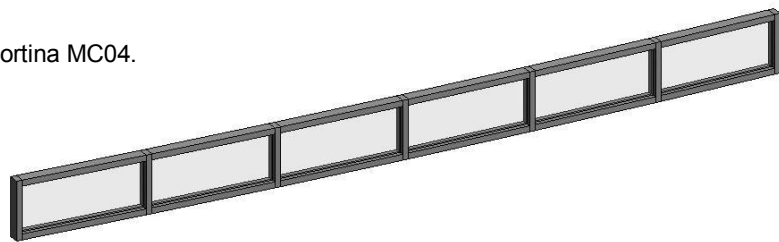


Figura 40 – Muro cortina MC05.



Figura 41 – Muros cortina MC04 y MC05 en el modelo.



#### 4.5.5. Escaleras.

Los requisitos solicitados por el programa para la creación de los tramos de escalera son los datos de huellas y contrahuellas. Tanto los tramos de escalera rectos como los tramos en curva se generan de forma automática ciñéndose a esos datos, según la altura que el modelador limite.

De no coincidir las contrahuellas con la altura total definida, Revit nos remitirá un aviso y, de ser preciso, se recortará la contrahuella inferior o superior según se disponga.

##### 4.5.5.1. Método de modelado.

Los dos tramos de escalera existentes en la edificación son tramos rectilíneos sin descansos ni cambios de dirección.

Las especificaciones dadas son diferentes para ambas escaleras ya que, a la escalera exterior se le han asignado una contrahuella más amplia que a la interior.

El material utilizado en el tramo exterior son losas de piedra, mientras el tramo interior está fabricado en planchas de mármol.

##### 4.5.5.2. Registro de escaleras.

Escaleras							
Código	Nivel base	Nivel superior	Descripción	Profundidad huella (cm)	Altura contrahuella (cm)	Nº contrahuellas	Función
ES01	-01_Sótano_ARQ	00_Baja:ARQ	Tramo recto simple	30	19,7	16	Interior
ES02	-01_Sótano_ARQ	00_Baja:ARQ	Tramo recto simple	30	16,4	21	Exterior

Tabla 8 – Registro de escaleras.

##### 4.5.5.3. Ilustraciones.



Figura 42 – Escalera ES02.



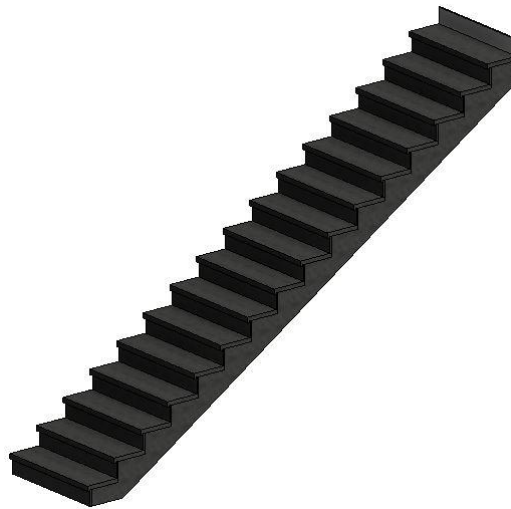


Figura 43 – Escaleras ES01.

#### 4.5.6. Barandillas.

Por lo general, la creación de barandillas adjunta consigo una serie bastante compleja de parámetros a definir de barandales y balaústres secundarios y balaústre principal o pasamanos. Mediante estos parámetros se define la estructura final de cada barandilla.

Los balaústres y barandales son creables y editables como familias.

Para la identificación de los barandales se podría decir que son los pies de la barandilla, todos aquellos puntos en contacto con la superficie del suelo. En los tramos de barandilla horizontales, los barandales son perpendiculares al propio suelo, al contrario que en los tramos inclinados, normalmente asociados a barandillas de escalera, en donde sus ángulos con respecto al suelo dejan de ser rectos. Revit ejerce especial importancia en los barandales principales, aquellos que cierran los tramos de barandillas.

Los balaústres son, por el contrario, los tramos que unen la estructura y que no están en contacto con el suelo. Revit diferencia entre balaústre principal y secundario, identificando el principal como el pasamanos o el situado en la parte superior de la barandilla.

Se pueden asignar materiales diferentes a cada uno de los barandales y balaústres por separado, pero no se debe olvidar que, en esta situación, la herramienta es exclusivamente de diseño y no ejerce cálculo alguno sobre la estructura de las barandillas.

#### 4.5.6.1. Método de modelado.

Se han modelado un total de 3 barandillas diferentes. Una barandilla de cristal asociada a la escalera interior, una en el tramo de escaleras exterior, sujeta a la pared de la fachada, y otra situada en el cierre del balcón de zona sala de juntas-biblioteca.

La barandilla del tramo interior está compuesta por tres balaústres secundarios definidos por tres paneles de cristal, un balaústre principal de madera y un total de 16 barandales intermedios, rectangulares de acero y dos barandales más de cierre de la misma tipología, pero levemente más grandes.

La barandilla correspondiente al tramo de escaleras exterior es la más simple. Se trata de un único barandal principal que no toca el suelo, sino que se sujeta a la pared de la fachada de piedra. Está compuesto por un tubo de acero.

En el balcón de la sala de juntas, la barandilla limitante es simple, compuesta por una estructura de dos barandales secundarios tubulares pequeños y un barandal principal tubular más grande, todos de acero. La estructura continúa con 6 balaústres idénticos también tubulares de acero con los mismos diámetros que los barandales secundarios.

#### 4.5.6.2. Ilustraciones.

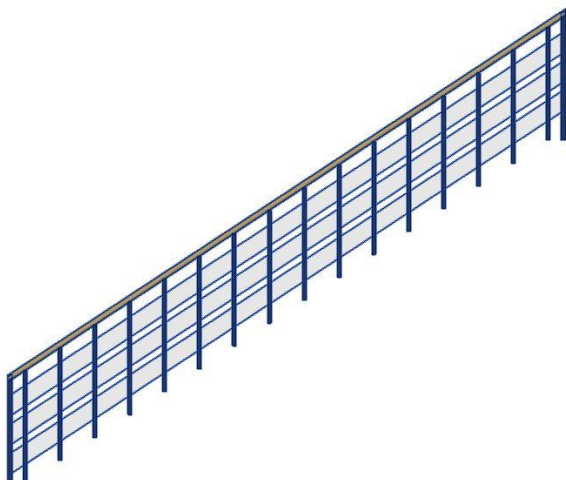


Figura 44 – Barandilla escaleras interiores.



Figura 45 – Barandilla balcón sala de juntas-biblioteca.

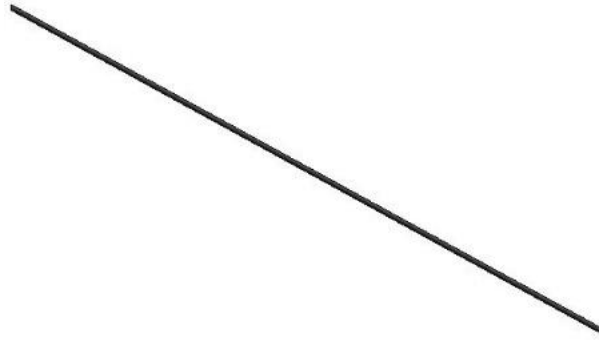


Figura 46 – Barandilla escaleras exteriores.

#### **4.5.7. Topografía.**

El objetivo de establecer una topografía en Revit se puede resumir en 3 apartados:

- Calcular el levantamiento de tierras para nuevas construcciones o reformas.
- Establecer datos para todo lo recurrente al análisis solar.
- Visualizar del modelo en su entorno de cara a su diseño.

Cada uno de estos apartados aporta datos de interés para la viabilidad del proyecto más allá de una representación del modelo en 3D.

La generación de una topografía en Revit se realiza mediante nubes de puntos, los cuales se unen tridimensionalmente rellenando el terreno en su parte inferior. Cada uno de los puntos se une con el siguiente generando una capa, por lo que es necesario un mínimo de tres puntos para poder obtener esa capa.

Los puntos pueden situarse al mismo nivel o, por el contrario, se puede variar su desfase de altura. De esta forma se consiguen los desniveles.

##### **4.5.7.1. Método de modelado.**

En el modelado de la parte topográfica se ha tenido en cuenta dos zonas bien diferenciadas.

La primera y más simples han sido las zonas llanas, situadas en las fachadas Sur, Este y Norte. Se han establecido niveles horizontales situando los diferentes puntos de la nube a mismas alturas de cota.

Las zonas de desnivel se han modelado siguiendo la medición real tomada justo en el perímetro de las fachadas desde el nivel de la planta baja hasta el inicio del terreno.

La zona más compleja ha sido bajo la habitación Sala de juntas-biblioteca. Esta zona se encuentra apoyada sobre dos pilares en una base esférica de piedra, dejando una zona ventilada entre terreno y forjado. Se han tenido en cuenta la medición realizada en el perímetro de la bola y la altura de la misma y los pilares hasta el forjado.

Tras haber situado los puntos de modelado por el perímetro de la zona medida, el programa ha calculado la inclinación del terreno de forma gradual.

#### 4.5.7.2. Ilustraciones.



Figura 47 – Topografía fachada Norte.



Figura 48 – Topografía fachada Sur.

#### 4.6. Modelado de fontanería.

En el caso de las instalaciones de fontanería, Revit ha calculado de forma automática la sección de las tuberías. Esto es posible debido a la introducción de los datos relacionados con el caudal en los diferentes aparatos. Estos definen la demanda total en cada tramo. Para ello es necesario también la introducción previa de las secciones de tubería disponibles.

No es únicamente útil para el cálculo de caudales, además, se puede obtener las longitudes de cada tubería, sus recuentos y el número total de uniones y segmentos.

Para la digitalización de la edificación se ha procedido al modelado de los siguientes elementos de fontanería:

- Tuberías.
- WCs y bidés.
- Lavabos.
- Equipo de caldera.

El conjunto de instalaciones de fontanería crea un sistema controlado. Para posibilitar el control, no debe existir ninguna desconexión a lo largo de toda la red de tuberías. Para ello, Revit cuenta con una herramienta de control llamada inspector de sistema que nos alerta de dichas desconexiones.

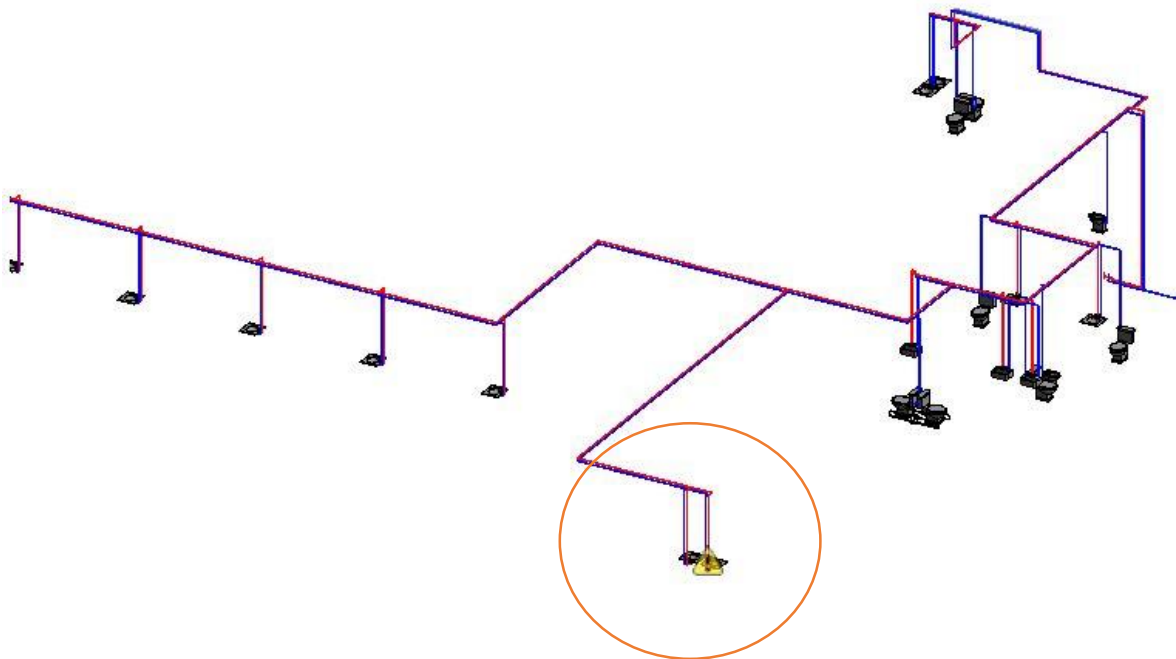


Figura 49 – Aviso de inspector de sistema en una vista general del modelo.

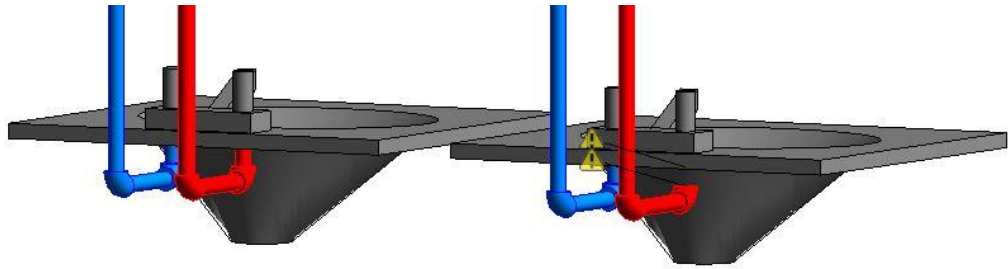


Figura 50 – Aviso del inspector de sistema en una vista centrada del modelo.

Dentro del modelado de tuberías, una visión tridimensional aporta una idea muy bien definida de cómo es la instalación. En estos sistemas se comprueba el camino de las instalaciones desde todos los puntos de vista que el usuario demande.

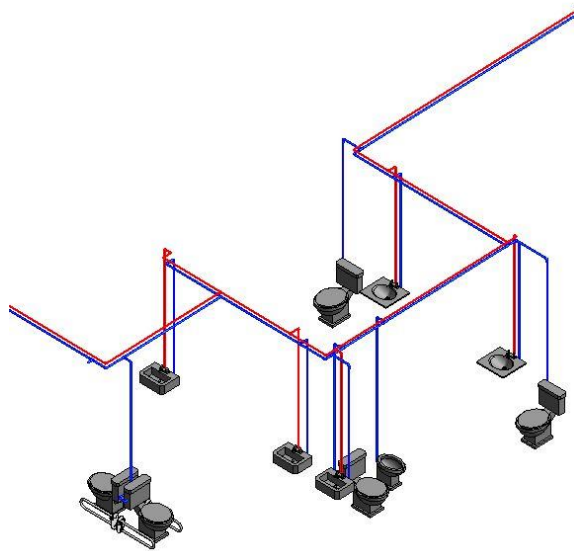


Figura 51 – Vista 3D del modelo de tuberías centrada en una zona.

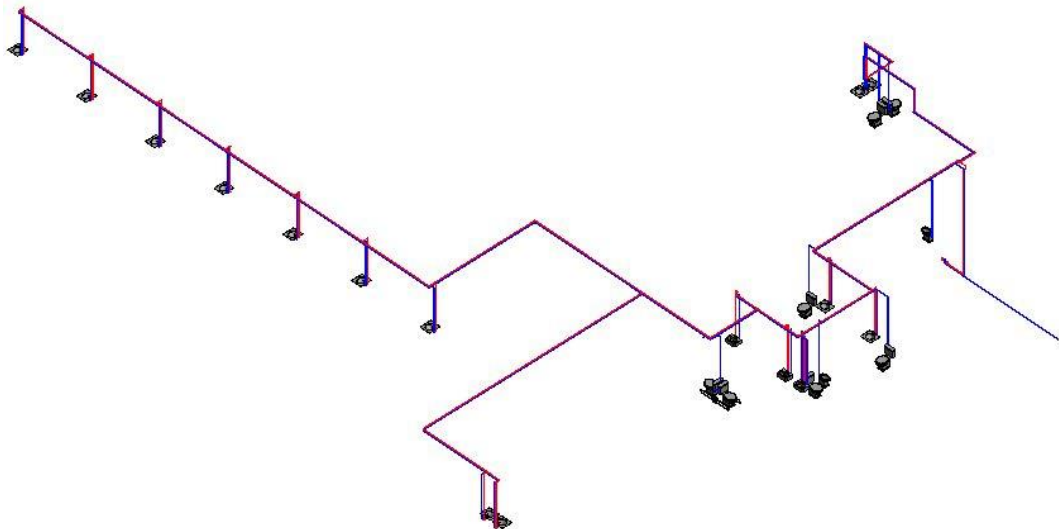


Figura 52 – Vista 3D general del modelo de tuberías.

#### **4.6.1. Tuberías.**

Para poder entender bien el modelado de tuberías en Revit, debemos diferenciar entre modelado de tubería y modelado de sistema de tuberías.

El modelado de la tubería es, principalmente, la asignación de las propiedades de los tramos y uniones independientes.

El modelado del sistema de tuberías, sin embargo, responde a la creación de la red de tuberías como un único conjunto, en el que todo debe estar conexionado de forma correcta para su buen funcionamiento. De ahí se podrán extraer los datos derivados de los cálculos. Este proceso se basa en las familias anidadas, es decir, básicamente se debe mantener conexiones entre los tramos de tuberías pertenecientes al mismo sistema. Por ejemplo, ACS (Agua caliente sanitaria), formará una única red de tuberías con diferentes tramos y uniones.

Por este motivo, antes de modelar tuberías deben establecerse una serie de parámetros de unión a los que Revit se refiere como parámetros de enrutamiento. Estos parámetros son comunes a un mismo sistema y se definen en la propia familia como preferencias de conexión.

En este momento se escoge el método y sus propiedades para las uniones de codos, en te, en cruz o empalmes entre distintos diámetros.

##### **4.6.1.1. Método de modelado.**

En el caso del modelado de fontanería, se ha basado en dos tipos de familias de sistema, uno de Agua doméstica y otro de Residuales.

En el caso de Agua doméstica se ha modelado una familia de tuberías de polipropileno, del cual se han utilizado diámetros de 20 y 25 milímetros.

Para el sistema de aguas residuales, las tuberías modeladas son las basadas en la marca Polo Kal, también de polipropileno y utilizando los diámetros 32 mm para la recogida de aguas de los lavabos y bidés, y de 110 mm para la recogida de aguas residuales de los WCs.

#### **4.6.2. Aparatos sanitarios.**

La base de modelado de los WCs y bidés es idéntica a la de puertas y ventanas, con la diferencia de establecer las conexiones del sistema.

##### **4.6.2.1. Método de modelado.**

Del mismo modo que puertas y ventanas, el modelado de los WCs, bidés y lavabos se ha realizado en el editor de familias de Revit.

En este caso, la representación gráfica y de materiales no se ciñe fielmente a la realidad, pero sí los datos asignados de solicitud y evacuación de agua para cada aparato.

Si nos planteamos la creación del modelo desde el punto de vista del mantenimiento, el aspecto de los elementos carece en la mayoría de casos de importancia.

Los parámetros más importantes para el modelado de los aparatos sanitarios son las conexiones. Desde las conexiones parten los datos para el cálculo y corrección automática de la instalación de fontanería ante cualquier cambio realizado por el gestor durante el periodo de mantenimiento.

Además, para la elaboración de WCs para minusválidos se ha modelado una barra de apoyo lateral antideslizante, la cual, dentro del modelo, se ha colocado en ambos lados de los WC destinados a esta función.

#### 4.6.2.2. Registro de aparatos sanitarios.

Aparatos sanitarios			
Código	Descripción	Recuento	Tipo
00_Baja_ARQ			
BD01	Bidé oval	2	Público
LV02	Lavabo oval empotrado	3	Público
LV01	Lavabo rectangular superficie	13	Público
WC01	WC con cisterna incorporada estándar	7	Público
MV01	Barra de seguridad antideslizante	4	Público

Tabla 8 – Registro de aparatos sanitarios.

#### 4.6.2.3. Ilustraciones.

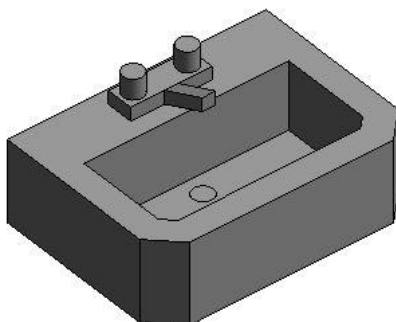


Figura 53 – Lavabo LV01.

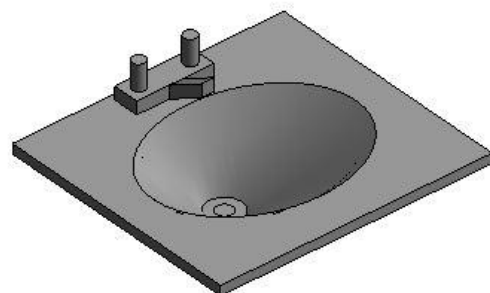


Figura 54 – Lavabo LV02.



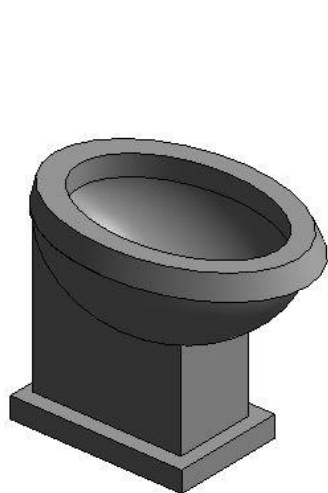


Figura 55 – Bidé BD01.

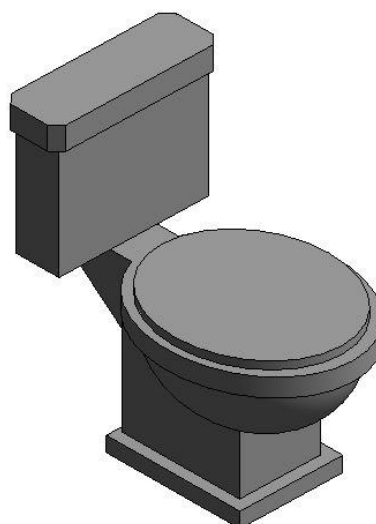


Figura 56 – WC WC01.

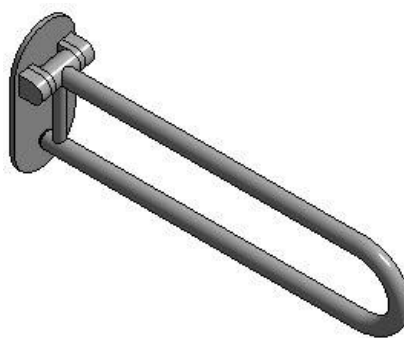
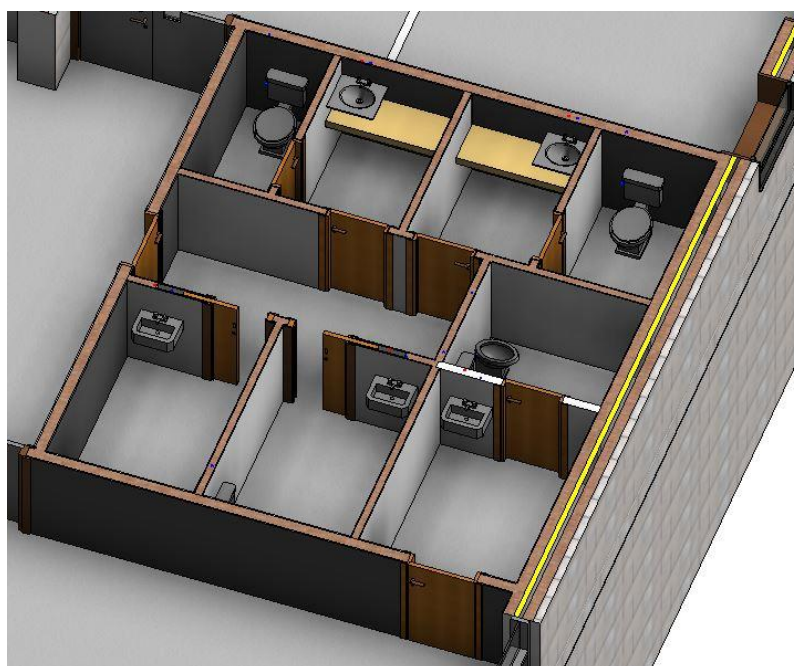
Figura 57 – Barra de seguridad  
MV01.

Figura 58 – Vista 3D de los aparatos sanitarios en el modelo.

#### 4.6.3. Caldera.

Los equipos mecánicos son familias creables y editables en el archivo de edición de Revit.

Dentro de sus características de modelado se encuentra su definición física, es decir, parámetros de longitudes y de propiedades materiales. Sin embargo, lo más destacable de los equipos mecánicos son las conexiones.

Las conexiones de un equipo mecánico son las responsables de que todos los sistemas conectados a ellos actúen correctamente, tras lo que se podrán obtener los datos calculados que se le soliciten.

De la misma forma que una familia de sistema, como puede ser una red de tuberías, debe estar correctamente unida entre sí, los equipos mecánicos deben tener coherencia en sus conexiones, a las que se les asignan los parámetros que deben recibir y los que deben emitir.

##### 4.6.3.1. Método de modelado.

La caldera definida en el modelo presentes ha sido completamente creada desde su inicio en el editor de familias de Revit.

Se han extraído los datos de una caldera de la marca Baxi y modelo Neodens Plus para generar el modelo de la misma.

Inicialmente se ha modelado físicamente la caldera, a la que materialmente no se han integrado muchas propiedades.

El grueso del modelado se encuentra en la definición de sus conexiones. Cuenta con un total de 6 conexiones:

- Ida de calefacción (ø20mm).
- Retorno calefacción (ø20mm).
- Entrada de gas (ø20mm).
- Salida ACS (ø25mm).
- Entrada AFS (ø20mm).

##### 4.6.3.2. Ilustración.

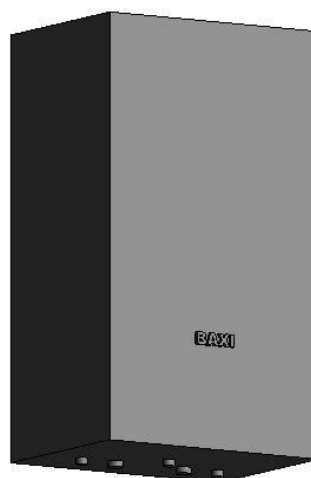


Figura 59 – Caldera Baxi Neodens Plus.

**TÍTULO:**           **Desarrollo del modelo BIM del Centro de Salud de Cabana de Bergantiños.**

---

# **GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN QUE CONTIENEN EL MODELO VIRTUAL**

---

**PETICIONARIO:**   **Escola Universitaria Politécnica**

**Avenida 19 de Febreiro, s/n, 15405, Ferrol**

**FECHA:**           **Junio 2019**

**AUTOR:**           **Edgar Gil Varela**

**Fdo. Autor:**

## **5. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN QUE CONTIENE EL MODELO VIRTUAL.**

Desde un punto de vista inicial, las ventajas de aplicar la metodología BIM a una edificación ya construida no parecen materializarse más allá de una representación tridimensional y la creación de una base de datos. Sin embargo, nada más lejos de la realidad, el uso de Revit u otro software similar dedicado a la gestión de mantenimiento con metodología BIM demuestran que es rentable invertir en este proceso.

Con el objetivo de entender mejor las posibilidades que nos ofrece, centraremos nuestra atención en sus ventajas más destacadas:

- Controlar y mantener un inventario activo de los elementos del edificio.
- Organizar todas las operaciones de mantenimiento necesarias.
- Obtener un historial de las reformas o alteraciones del edificio.
- Actuar sobre las averías con mayor control.
- Calcular y anticiparse a las necesidades de energía demandada.
- Obtener los datos necesarios para la cumplimentación del Certificado de Eficiencia Energética.
- Utilizar el modelo para realizar el IEE (Informe de Evaluación del Edificio).

### **5.1. Inventario de los elementos del edificio.**

Independientemente del método, la realización de un inventario fiable es la base de cualquier gestión de mantenimiento de un inmueble.

Por norma general, los inventarios se limitan a registrar los elementos que forman la edificación. Con nuestra herramienta, además ofrecer un registro de cada elemento, posibilitará gestionar un inventario atendiendo a divisiones por zonas, abarcando así, la gestión de los espacios.

#### **5.1.1. El inventario en Revit.**

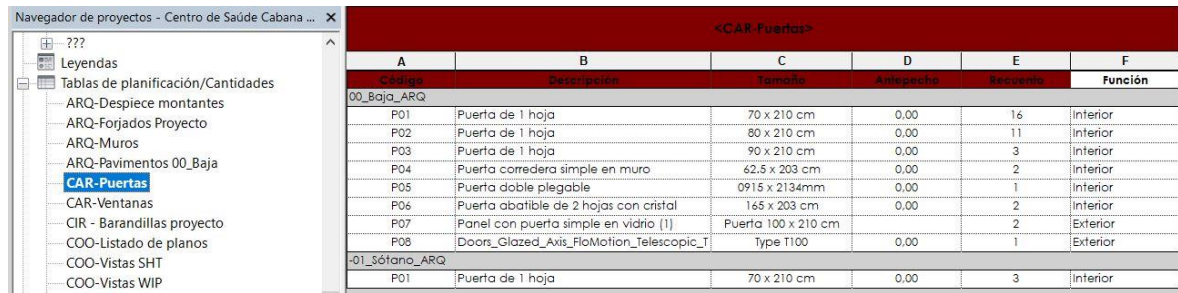
La herramienta basa su manejo en asociar toda la información necesaria a cada elemento independientemente, y de forma paralela, vincula entre sí los elementos dependientes. De este modo se consigue navegar de forma intuitiva y fluida entre las informaciones y proteger los elementos dependientes si el usuario pretendiese eliminar o modificar elementos del inventario.

#### **5.1.2. Tablas de planificación.**

El inventario se maneja a través de tablas de planificación, dispuestas de filtros, formatos y campos con los que clasificar de forma rápida y cómoda los elementos que conforman el modelo. Dado que los elementos están identificados según familias, esta función permite separarlos rápidamente por conjuntos.

Por otro lado, los filtros y campos disponibles no se ciñen únicamente a familias, sino que se puede utilizar cualquier parámetro para obtener la tabla deseada. Por

último, Revit asigna a cada modelo un número identificativo único que podría ser utilizado del mismo modo para manejarlo dentro de las tablas.



<CAR-Puertas>					
A	B	C	D	E	F
Código	Descripción	Tamaño	Antegesto	Recuento	Función
00_Baja_ARQ					
P01	Puerta de 1 hoja	70 x 210 cm	0,00	16	Interior
P02	Puerta de 1 hoja	80 x 210 cm	0,00	11	Interior
P03	Puerta de 1 hoja	90 x 210 cm	0,00	3	Interior
P04	Puerta corredera simple en muro	62,5 x 203 cm	0,00	2	Interior
P05	Puerta doble plegable	0915 x 2134mm	0,00	1	Interior
P06	Puerta abatible de 2 hojas con cristal	165 x 203 cm	0,00	2	Interior
P07	Panel con puerta simple en vidrio (1)	Puerta 100 x 210 cm		2	Exterior
P08	Doors_Glazed_Axis_FloMotion_Telescopic_T	Type T100	0,00	1	Exterior
01_Sótano_ARQ					
P01	Puerta de 1 hoja	70 x 210 cm	0,00	3	Interior

Figura 60 – Navegador de tablas y tabla de inventario de puertas de Revit.

### 5.1.3. Acceso a los datos.

La fluidez para acceder a los datos a través de una interfaz interactiva y con representación tridimensional favorece en gran medida el trabajo del gestor. Además, el proceso es multidireccional, ya que, si el gestor accede y selecciona un elemento en las tablas de datos o vínculos de la nube o web, el programa identificará el elemento en la representación 3D. Es decir, al seleccionar un elemento, se obtendrá una respuesta en cualquier cuadro que afecte a dicho elemento.

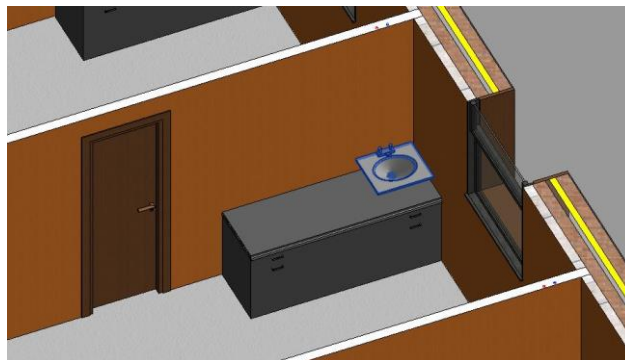


Figura 61 – Selección lavabo LV02.

Por otro lado, el esfuerzo de mantener actualizado el inventario se limita a realizar un único cambio, actualizándose de forma simultánea en todos los frentes necesarios.

### 5.1.4. Historial del inventario.

Menos funcional pero igualmente importante en el futuro, Revit registra los datos relacionados con las entradas y salidas de los elementos en el inventario. Una vez comenzado el proceso de mantenimiento, se genera un historial que registra todos los cambios realizados. En ellos se podrán anotar los motivos, y se podrá acceder al número de veces que se ha incorporado un elemento. Se tendrá información sobre los materiales y proveedores del mismo, sus garantías y cualquier información que pudiese ser necesaria en el futuro.

Con el manejo de una única base de datos, se elimina de forma eficaz las incoherencias en cuanto al manejo de documentos o bases de datos

independientes. Esto dota al método de fiabilidad y ejerce una mayor confianza ante toma de decisiones del gestor.

#### **5.1.5. Aplicación en nuestro modelo digital.**

Como se puede apreciar a lo largo del apartado 4, las tablas de planificación presentadas han sido realizadas desde Revit. En el proceso se han añadido a las tablas los campos de información que se han supuesto relevantes para cada una, entre estos campos destacan los recuentos, con los que se obtiene el número total de elementos iguales dentro del modelo.

Posteriormente, mediante la aplicación de filtros se han clasificado los elementos según los niveles a los que pertenecen en el modelo y finalmente por tipo, para poder detallarlos con mayor orden.

Los elementos que se han registrado son muy diversos, desde escaleras, cubiertas y ventanas hasta tuberías y equipos mecánicos, e incluso los montantes de las cristalerías.

### **5.2. Operaciones de mantenimiento.**

Estas operaciones engloban todo el conjunto de actividades realizadas por los operarios de mantenimiento para conservar los inmuebles y sus instalaciones en buen estado, evitando así su degradación por el uso y el paso del tiempo.

#### **5.2.1. Organización de las operaciones.**

Ante la manejabilidad de todo el conjunto de operaciones de mantenimiento desde un único espacio virtual, estas se pueden optimizar con un menor esfuerzo. En los inmuebles que requieran un gran servicio de mantenimiento o incluso de varios servicios distintos, el gestor puede comunicar a los operarios de una determinada instalación o zona la forma en la que pueden proceder, teniendo en cuenta el resto de operaciones y controlando en cada momento otras zonas o instalaciones que pudiesen ser afectadas en ese momento.

#### **5.2.2. Crecimiento del modelo.**

Cada operación de mantenimiento que se registre en el modelo hará que este crezca, posibilitando el manejo, cada vez mayor y más específico, de información relacionada con las operaciones.

De este modo, el modelo podrá ofrecer al gestor balances estadísticos a los que sacar provecho. La estadística de las operaciones marca en cierto modo metafórico la “personalidad” de la edificación, y esto puede contribuir a aumentar la precisión tanto en las propias operaciones de mantenimiento como en prever los gastos económicos que estas generarán en el futuro.

Por lo tanto, Revit se convierte en una herramienta más fiable a cada paso, y más manejable y sencilla para el gestor.

### **5.3. Historial de reformas.**

Un punto clave en el mantenimiento de un edificio es el conocer la vida e historia del mismo desde sus inicios. Son habituales las reformas y modificaciones de zonas e instalaciones que, por lo general, influyen de forma directa en las operaciones de mantenimiento. Sin su debido registro, se está perdiendo ventaja tanto para optimizar estas operaciones como para aprovechar correctamente los espacios e instalaciones en futuras reformas.

### 5.3.1. Registro de las fases constructivas.

Cuando las herramientas de mantenimiento no pueden generar un historial de los cambios de forma automática, este proceso se convierte en algo pesado y susceptible de arrastrar errores e incongruencias.

La metodología BIM, y Revit en este caso, nos ofrece la posibilidad de aprovechar la simultaneidad en el registro de sus cambios, así como de ofrecer una función para mantener diferenciado el modelado de obra nueva con el modelado de diferentes reformas.

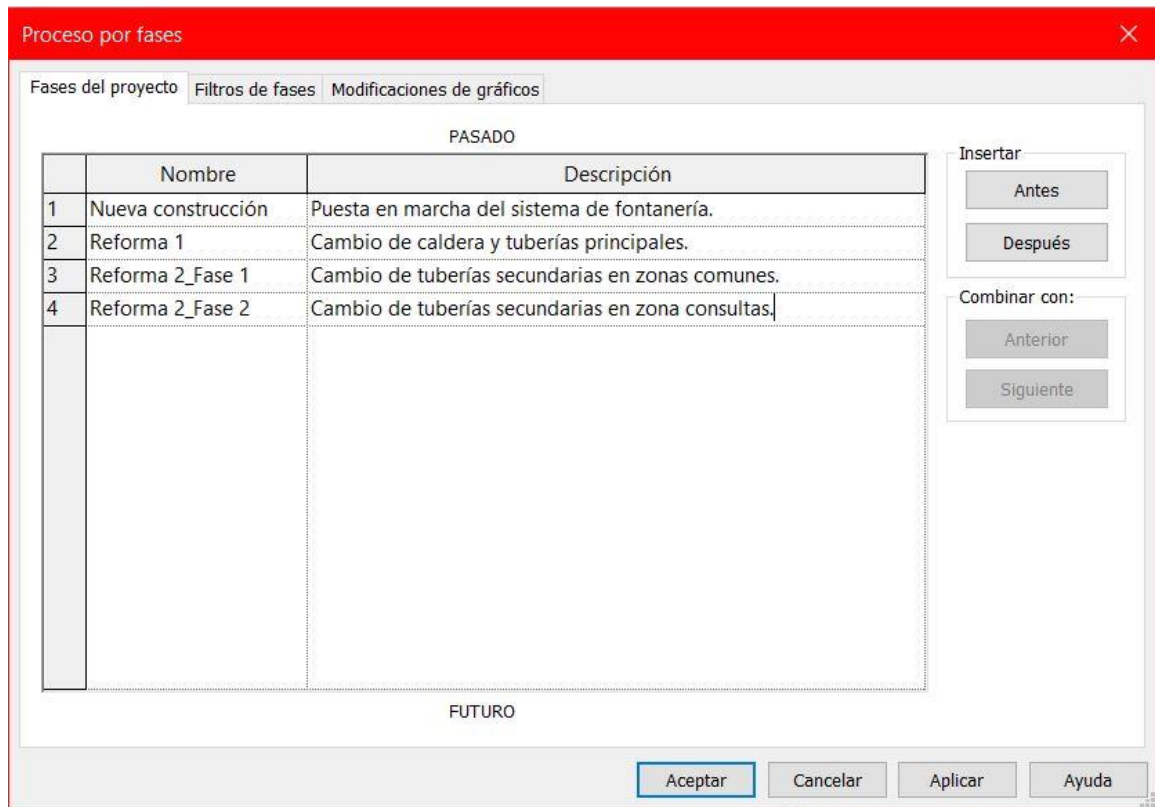


Figura 62 – Cuadro de gestión para definir las fases del proyecto de Revit.

Con esta función se alcanzan dos objetivos fundamentales. Por un lado, se vuelve a centralizar el acceso a todos los datos desde una única herramienta, alternando los diferentes momentos constructivos, y por otro, los elementos modelados quedan enlazados a su fase de construcción, ofreciendo así una visión global de la reforma dentro del modelo.

### 5.3.2. Coherencia en las modificaciones.

Como se había mencionado en el apartado 5.1., los elementos dependientes dentro del modelo se encuentran vinculados entre sí, por lo tanto, esto mantienen la coherencia dentro del proceso de modificación. Pondremos por caso que el usuario cambia la posición de un muro, automáticamente Revit nos mantendrá al tanto de que las tomas de corriente apegadas a ese muro sufrirán modificaciones, o incluso, de que esas modificaciones no son válidas en las condiciones que el usuario demanda.

Así mismo, desde un punto de vista menos técnico, la herramienta nos serviría de guía para tomar las decisiones necesarias hasta conseguir el objetivo de la reforma.

### **5.3.3. Modelado de una nueva reforma.**

Para iniciar una nueva reforma en Revit, simplemente se ha de crear una nueva fase en el proceso por fases.

En el primer modelado, el usuario comenzará modelando en la fase de obra nueva. Posteriormente, se podrán crear tantas fases nuevas del proyecto como el usuario necesite.

Para enlazar cada elemento a su fase, simplemente se ha de modelar dentro de la fase de proyecto que le corresponda. Además, si el usuario decidiese derribar un muro o eliminar un elemento en una fase de reforma, este quedaría intacto cuando acudiésemos a las fases anteriores, quedando así registrado como parte de la vida del inmueble.

## **5.4. Control de averías.**

La posibilidad de que se produzcan averías no está susceptible de desaparecer con ninguna herramienta o método existente en la actualidad. Las faltas de mantenimiento por razones económicas o errores humanos, defectos en los materiales de construcción o malos diseños son factores difíciles de controlar en su plenitud. Sin embargo, ejercer un control de las mismas posibilita la prevención de averías mayores, o en su defecto, nos pondrá en sobre aviso de estas.

### **5.4.1. Recursos BIM para resolución de averías.**

En muchas ocasiones, los materiales y herramientas utilizadas para reparar las averías vienen sujetas a documentos aportados por los propios proveedores como pueden ser los “modos de uso” o las garantías. Estos documentos también pueden ser registrados en Revit asociándose a las bases de cada avería. Tal vez no se visualice como una gran ventaja, sin embargo, cuando una avería persiste en el tiempo, tendremos un registro de los materiales y soluciones adoptadas para su resolución. De este modo, nos aportará los datos necesarios para la toma de decisiones futuras. De no persistir la avería, se podrá comprobar la evolución y resultado final de la misma y tenerla en cuenta para averías similares.

## **5.5. Gestión de las necesidades de energía.**

Actualmente la energía se ha convertido en un factor muy importante en todos los aspectos. Nunca en la historia se había producido un consumo mundial de energía tan alto como en la actualidad, convirtiéndola en un recurso escaso y caro, pero a la vez necesario en nuestra sociedad. Por ello, las ideas de gestión energética, y sobre todo de eficiencia energética son novedades en la línea temporal humana que irrumpen con fuerza en nuestro día a día.

### **5.5.1. Ahorro energético.**

Situándose en el punto de vista de un gestor de mantenimiento, la gestión de la energía del inmueble es un punto clave dentro de sus responsabilidades. El gestor centra gran parte de sus esfuerzos en reducir el gasto energético del inmueble, ya que es uno de los puntos de mayor gasto económico. Además, la concesión de certificaciones energéticas desde organismos oficiales ha resaltado, todavía más, la importancia de conseguir una mayor eficiencia energética.



Podemos destacar algunos parámetros fundamentales para la gestión de las necesidades energéticas de un inmueble, y así mismo, para la solicitud de certificados energéticos:

- Su ubicación geográfica.
- Las formas y propiedades materiales de su envolvente.
- Los usos a los que será sometido.
- El sistema de aportación de energía.
- Posibles sistemas alternativos renovables de aportación de energía.
- Exigencias mínimas de confort.

### 5.6. Certificado de Eficiencia Energética.

Inicialmente, la mayoría de los datos necesarios se encuentran registrados ya en la herramienta de mantenimiento. Por lo tanto, partiendo de esa base e incorporando al modelo algunos datos necesarios que pudiesen no estar incluidos, Revit se ofrece también como herramienta intermediaria para cumplir con los requisitos legales y presentar los datos del modelo de cara a conseguir las certificaciones energéticas.



Figura 63 – Etiqueta certificación de Eficiencia Energética.

#### 5.6.1. Exportación de datos.

La posibilidad de exportar todos los datos mediante archivos comunes como el IFC para integrarlos a cualquier plataforma virtual, añade un valor más a esta herramienta. Cabe destacar que, si se establece el uso de Revit como herramienta habitual para el mantenimiento del edificio, el modelo se mantendrá actualizado, y esto simplificará la presentación de nuevos documentos para futuras certificaciones.

## 5.7. Informe de Evaluación del Edificio.

Hasta el momento, la garantía para el común de las personas acerca de que los edificios que utilizaban eran sometidos a un mantenimiento adecuado por parte de los propietarios, era la realización de la ITE (Inspección Técnica de Edificios), dentro del marco municipal. En muchas ocasiones esta inspección es conocida como la inspección de la OCA, debido a que este grupo internacional privado llamado OCA Global, ofrece un servicio de inspección respaldado por el Ministerio de fomento del Gobierno de España, no sólo en el ámbito de la edificación, sino en muchos otros ámbitos como en vehículos terrestres, marítimos o sistemas de energía.

### 5.7.1. Plataforma IEE. Ministerio de Fomento.

Actualmente, el gobierno ha puesto al servicio del ciudadano una plataforma enfocada a unificar la entrega de un documento único para cubrir los procesos llevados a cabo por cada municipio bajo. Este documento es el IEE (Informe de Evaluación del Edificio) y en él se recogen todos los datos necesarios para certificar el cumplimiento de los deberes de mantenimiento por parte de los propietarios.

Al igual que en el caso de las certificaciones de Eficiencia Energética, el uso de Revit nos aportará gran fluidez y facilidad para extraer e incorporar los datos en el IEE.

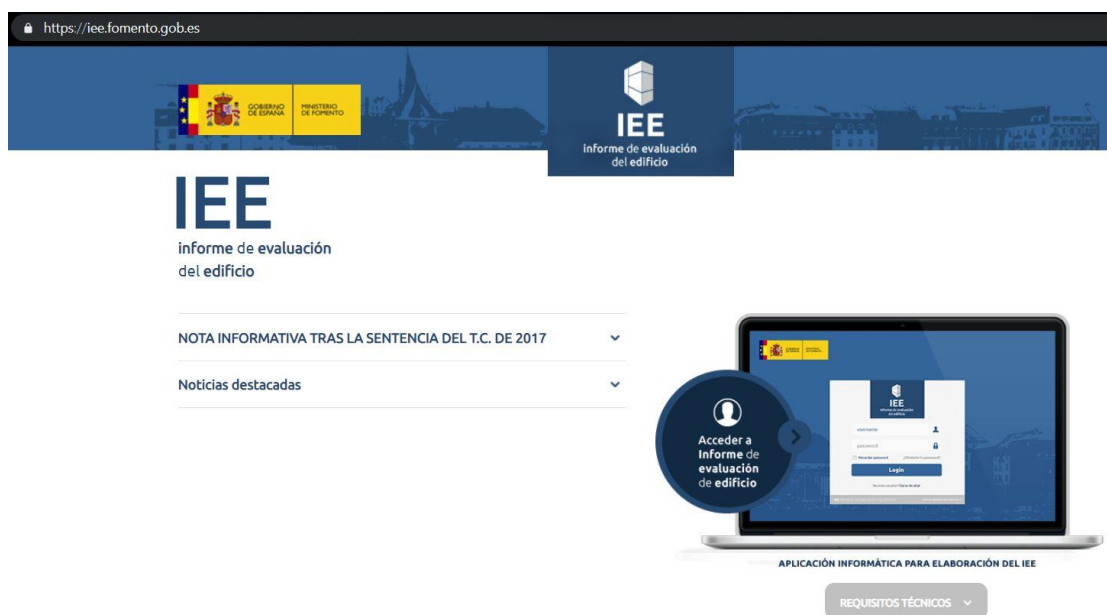


Figura 64 – Plataforma IEE.

### 5.7.2. Modelo IEE.

El marco legal actual define el IEE como un informe de análisis de estado del edificio en cuanto a las labores de mantenimiento del mismo. En este informe se detalla el estado real del inmueble, las condiciones de accesibilidad y el certificado de eficiencia energética.

El objetivo principal del informe es, además de garantizar a los ciudadanos el mantenimiento de los inmuebles por parte de sus propietarios, utilizar el modelo como un verdadero repositorio de información y mantenerlo actualizado.

**TÍTULO:        Desarrollo del modelo BIM del Centro de Salud de Cabana de Bergantiños.**

---

# **CONCLUSIÓN**

---

**PETICIONARIO:    Escola Universitaria Politécnica**

**Avenida 19 de Febreiro, s/n, 15405, Ferrol**

**FECHA:            Junio 2019**

**AUTOR:            Edgar Gil Varela**

**Fdo. Autor:**

## 6. CONCLUSIÓN.

En cuanto al modelado, para lograr la digitalización arquitectónica y de las instalaciones de fontanería del Centro de Saúde de Cabana de Bergantiños en el software Revit, ha sido de fundamental la finalización previa del curso oficial de Autodesk Revit Architecture 2019 - 120 horas, y la realización al tiempo del curso oficial de Autodesk Revit MEP 2019 – 120 horas.

Por otro lado, los datos proporcionados por el arquitecto Ángel Monteoliva mediante la aportación de los planos originales de ejecución del proyecto, ha favorecido enormemente el inicio en el desarrollo del modelado.

Finalmente, las entrevistas realizadas y los datos, fotos y mediciones tomadas en la edificación han contribuido a precisar con mayor claridad los elementos que no pudiesen quedar totalmente definidos en los datos de partida.

En cuanto a la metodología BIM destacar que, el cambio tecnológico y el desarrollo global en constante evolución, exigen y posibilitan a la vez la aparición de nuevos métodos absorbiendo y renovando los conceptos tradicionales. La tendencia actual de esta adaptación es dejar que el usuario, como persona, se centre menos en el contenido y más en las direcciones donde se ubica ese contenido, aumentando así exponencialmente el manejo de información.

Esta tendencia es precisamente la que aporta gran poder a adoptar la metodología BIM incluso en edificaciones ya ejecutadas, además del surgimiento de un mayor enfoque, principalmente pero no exclusivamente por parte de los propietarios, en la gestión energética.

La adaptación de la metodología BIM a construcciones ya finalizadas toma cada vez más importancia, tanto es así, que actualmente está surgiendo un nuevo mercado empresarial y profesional dedicado en exclusiva a este fenómeno.

Destacar en el cierre del presente estudio que, a medida que se progresaba en la captación de información sobre la metodología BIM, y a medida que se desarrollaba el propio modelo, la necesidad de generalizar los conceptos cobraba más importancia a cada paso. El BIM es especialmente eficiente y coherente, un método diseñado para mantener el control en la totalidad del proyecto, pero es también increíblemente extenso y exigente al inicio de su implantación. Su objetivo no es derivar el proyecto en un individuo, se requeriría de un gran esfuerzo para que una única persona pudiese manejar sin problemas los softwares en todas sus posibilidades. Es por ello que el BIM se convierte en un método perfecto de colaboración para las posibilidades actuales de mercado, en las cuales se cede cada diseño, problema o estudio concreto a su especialidad, obteniendo así mejores resultados para cada caso.